

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

Rekonstrukce dvougeneračního domu

Duplex house reconstruction

Student:

Vedoucí bakalářské práce:

Bc. Petr Bulíček, DiS.

Doc. Ing. Jaroslav Kuba, CSc.

Ostrava 2010

Zadání (vložená kopie)

Zadání – 2.list (vložená kopie)

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Jaroslava Kuby, CSc. a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3 zákona č. 121/2000 Sb.)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., O vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne:

.....

Podpis studenta

Anotace

Diplomová práce: Návrh rekonstrukce dvougeneračního domu; svým tématem reaguje na současné potřeby společenské a stavební praxe, kdy v době suburbanizace opětovně roste význam venkovských sídelních útvarů a její zástavby. Současná venkovská zástavba tak bude v mnohých směrech adaptována na nové požadavky bydlení, přičemž bude limitována stávajícím architektonickým projevem, konstrukčním řešením starší výstavby a stále přísnějšími požadavky na energetickou úsporu. Stavební inženýr tak bude nucen řešit celou řadu dílčí úkonů, které mohou být v mnohých směrech funkčně provázány.

Anotace

The Diploma work: The Project of the Duplex house; responds to the present requirements of sociable and building practise when repeatedly increases importance of the rustic residential formations and her built-up area. The present rustic built-up area will be in many ways adapt to new demands of habitation, with it will be limit by current architectonic expression, constructional solution of older building and always strict requirements of energy saving. The building enginner that will be oblige to deal with all range partial operations which can be functionally relate in many ways.

Seznam zkratek a symbolů

Zkratky

AZ	Akumulační zásobník (tepelný)
BSK	Biologická spotřeba kyslíku
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
ČJ	Čerpací jímka
ČOV	Čistírna odpadních vod
DČOV	Domovní čistírna odpadních vod
DN	Diametr normativ
DP	Diplomová práce
ECA	Samoregulační větrací okenní prvek
EO	Ekvivalentní obyvatel
EPS	Expandovaný polystyren – deskový zateplovací
ETICS	Tepelně izolační vnější kontaktní systém (External Thermal Insulation Composite Systéme)
J	Jih
JV	Jiho-východ
kce	konstrukce – obecný pojem
KKV	Krbová kamna s výměníkem
MŠ	Měrná šachta
MX ZMV	Inteligentní podtlakový větrací systém bytových domů (autonomní)
MV	Izolace na bázi minerálních vláken
MVS	Ventilátor systému MX ZMV
NN	Nízké napětí
OS	Otopná soustava
PKK	Plynový kotel kondenzační
PPV	Převodní prvek čerstvého vzduchu
PV	Pitná voda
RD	Rodinný dům
RV	Relativní vlhkost
SS	Solární systém
STN	Stupeň tepelné náročnosti

TČ	Tepelné čerpadlo
TT	Topné těleso
TUV	Teplá užitková voda
TZB	Technická zařízení budov
VSR	Průchozí stěnový ventil vzduchotechniky
VZT	Vzduchotechnika
XPS	Extrudovaný polystyren – deskový zateplovací
UV	Užitková voda
ZP	Zemní plyn

Symbole (hlavní užívané symboly)

<i>ZNAČKA</i>	<i>JEDNOTKA</i>	<i>VELIČINA</i>
A	m ²	Plocha (obecně)
E _d	W.h	Jmenovitá dodávka energie pro ohřev TUV
E _t	W.h	Dodávka energie pro plné nabití zásobníku TUV
E _{vp}	MW.h/a	Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem
E _{vv}	MW.h/a	Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním
f _{g1}	- -	Korekční činitel typického ročního kolísání venkovní teploty
f _{Rsi}	- -	Teplotní faktor vnitřního povrchu
f _{Rsi,N}	- -	Teplotní faktor vnitřního povrchu, norm. požadovaná hodnota
H _T	W.K ⁻¹	Součet součin. tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem
M _{c,a}	kg.m ⁻² .rok ⁻¹	Roční množství zkondenzované vodní páry
M _{ev,a}	kg.m ⁻² .rok ⁻¹	Roční množství vypařené vodní páry
L ^{2D}	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	Tepelná propustnost stanovená z 2D teplotního pole
O	m	Obvod (obecně)
P	m	Exponovaný obvod podlahy
Q	W	Průměrný teoretický příkon v denním režimu ohřevu TUV
Q _E	kW	Jmenovitý příkon elektrické vložky ohřevu TUV
Q _{H,K}	kW	Tepelná ztráta objektu při daném θ _e
Q _{KK, θ}	kW	Teoretický návrhový výkon kondenzačního kotle pro θ _e
Q _{KK,J, θ}	kW	Konečný (jmenovitý) návrhový výkon PKK pro θ _e
Q _{TČ, θ}	kW	Tepelný výkon tepelného čerpadla při dané θ _e
U	W.m ⁻² .K ⁻¹	Součinitel prostupu tepla
U _{em}	W.m ⁻² .K ⁻¹	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy
U _{em,N}	W.m ⁻² .K ⁻¹	Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy
U _i	W.m ⁻² .K ⁻¹	Součinitel prostupu tepla konkrétní (i-té) konstrukce
U _N	W.m ⁻² .K ⁻¹	Normová – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla
V	m ³	Objem (obecně)
θ _e	°C	Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období
θ _{em}	°C	Průměrná roční teplota venkovního vzduchu

θ_i	$^{\circ}\text{C}$	Návrhová teplota vnitřního vzduchu
θ_{si}	$^{\circ}\text{C}$	Vnitřní povrchová teplota konstrukce
$\theta_{si,N}$	$^{\circ}\text{C}$	Vnitřní nejnižší požadovaná povrchová teplota kce
$\theta_{si,80}$	$^{\circ}\text{C}$	Kritická vnitřní povrchová teplota při relativní vlhkosti 80%
$\Delta\theta_{si}$	K	Bezpečnostní přírážka k nejnižší vnitřní požadované (kritické) povrchové teplotě konstrukce
θ_w	$^{\circ}\text{C}$	Střední teplota otopných těles
θ_{w1}	$^{\circ}\text{C}$	Výpočtová teplota otopné vody na vstupu do otopného tělesa
θ_{w2}	$^{\circ}\text{C}$	Výpočtová teplota otopné vody na výstupu z otopného tělesa
θ_1	$^{\circ}\text{C}$	Výpočtová teplota otopné vody na vstupu do otopné soustavy
θ_2	$^{\circ}\text{C}$	Výpočtová teplota otopné vody na výstupu z otopné soustavy
Ψ	$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	Lineární činitel prostupu tepla
$\Psi_{k,N}$	$\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$	Normová – požadovaná hodnota lin. činitele prostupu tepla

Obsah

1	Úvod	1
2	Vymezení řešeného objektu a základní stavebně – technická data a poznatky.....	3
2.1	Situování objektu, limity, inženýrské sítě.....	3
2.2	Základní charakteristika sídelního útvaru	5
2.3	Výchozí podklady, přesnost zpracování vstupních dat.....	6
2.4	Historie technického řešení objektu	7
2.5	Stávající stav	8
2.6	Architektonická koncepce, zásady a metoda projekčního zpracování.....	9
2.7	Detekované vady a poruchy	10
3	Základní návrh stavebně technických úprav	12
3.1	Sanace poruch	12
3.1.1	Tepelně - technické posouzení zateplení soklu (300 mm).....	14
3.1.2	Tepelně – technické posouzení zateplení římsy balkónu.....	17
3.2	Rekonstrukční úpravy	21
3.3	Adaptace	23
4	Tepelně technické posouzení.....	26
4.1	Zásady posouzení.....	26
4.2	Zonace a podmínky tepelně – technického posouzení objektu.....	27
4.3	Přehled konstrukcí - posouzení.....	30
4.4	Příkladová grafická komparace střešní KCE	32
4.5	Vyhodnocení obálky budovy	34
4.5.1	Komparace stavu obálky před – po zateplení	36
4.6	Potřeba tepla na vytápění	37
5	Návrh vytápění	39
5.1	Stanovení základních návrhových podmínek vytápění.....	39
5.2	Současný stav vytápění	40
5.3	Návrh vytápění.....	41
5.3.1	Návrh parametrů tepelného čerpadla, diskuze	41
5.3.2	Výsledné parametry navrhovaného tepelného čerpadla	43
5.3.3	Návrh sekundárního zdroje, diskuze.....	44
5.3.4	Výsledné parametry navrhovaného sekundárního zdroje	45
5.3.5	Základní posouzení technické místnosti, kouřovodu, rozvodu ZP	46
5.3.6	Doporučující návrh a základní technické posouzení krbových kamen.....	47
5.3.7	Návrh otopné soustavy.....	49
5.4	Návrh centrálního technologického rozvodu vytápění	51
5.4.1	Teoretický stav problematiky	51
5.4.2	Nástin regulace otopného systému a řízení zdrojů tepelné energie	52
5.4.3	Návrh centrálního technologického rozvodu tepelné energie.....	55
6	Návrh ohřevu TUV	59
6.1	Návrh potřeby TUV a rozvodů TUV	59
6.2	Návrh ohřevu TUV	60
6.2.1	Návrh solárního systému.....	60
6.2.2	Návrh elektrické vložky	61
7	Domovní čistírna odpadních vod.....	62
8	Větrání	65
9	TZB.....	67
10	Závěr.....	68
11	Seznam použité literatury a pramenů	70

12	Rejstříky.....	72
13	Seznam výkresů.....	73

1 Úvod

Dvougenerační dům Lukovany č. 47 je typickým příkladem vývoje venkovské zástavby rurálního prostředí ČR, kdy společenské a sociální poměry (zejména v poválečném období) přímo ovlivňovaly styl stávající venkovské bytové zástavby, převážně pak její adaptace z původně hospodářských stavení, s převažujícím hospodářským využitím, na postupnou výhradní funkci bydlení s prvky městského typu.

Nynější venkovská zástavba je v mnohých případech založena na původních konstrukcích starých i přes 100 let, které při následném vývoji prošly mnohými stavebními úpravami a adaptacemi, přičemž mnohé nejsou a nebyly dostatečně projekčně podloženy. Při snaze o využití stávající zástavby, ať již z ekonomických důvodů, nebo čistě ze snahy zachovat stávající urbanistický a architektonický ráz, stojí architekti a stavební inženýři před otázkou, jak vhodně adaptovat stávající objekt při zachování linií a proporcionality a přitom plně dostát požadavkům bydlení městského typu ve venkovském prostředí. K tomu se přidávají stále přísnější požadavky na energetickou náročnost a vnitřní prostředí staveb, které je dnes při standardním bydlení plně vyžadováno.

Splnit tyto požadavky sebou v mnohém přináší řešení řady drobných dílčích úkolů, které mohou být v různém rozsahu funkčně a technologicky provázány. Náročnost této činnosti dále mnohdy spočívá v absenci dokumentace stávajícího stavu, nebo alespoň posledních realizovaných stavebních úprav. Proto před vlastními projekčními úkony předchází stavebně-technický průzkum, detekování poruch a závad, včetně diagnostikování příčin, a v neposlední řadě vymezení limitů stavebních úprav.

Těmto problémům nebylo možné předejít ani při řešení úkolů této práce. Proto v kapitole 2. je shrnutý současný stav, stavebně-technické limity a detekce zjištěných vad a příčin. Na kapitolu 2. logicky navazují výkresy číslo 002 - 007, které zakreslují stávající stav vycházející z vlastního stavebně-technického průzkumu a zaměření. Po časové stránce byla tato etapa práce jedna z nejnáročnějších.

Kapitola 3. řeší základní stavebně – technické úpravy, které spočívají zejména v odstranění příčin zjištěných poruch (jejich sanace) a některé další rekonstrukce a adaptace, hlavně v návaznosti na hlavní cíl práce: Rekonstrukce vytápění a snížení

energetické náročnosti budovy. Na tuto kapitolu logicky navazují zejména výkresy číslo 008 – 015.

Kapitola 4. je tepelně - technickým posouzením objektu po navržených stavebně – technických opatřeních a komparuje stávající stav s navrhovaným. Na tuto kapitolu navazuje kapitola návrhu vytápění. Tato kapitola obsahuje návrh jednotlivých otopných těles, otopné soustavy, zdrojů energie, včetně alternativního zdroje, a také návrh centrálního technologického rozvodu vytápění s nástinem základních atributů regulace. Tato kapitola je z pohledu stanoveného cíle zadání stěžejní. Na tuto kapitolu navazují logicky zejména výkresy číslo 030 – 037.

Následuje kapitola 6. o návrhu ohřevu TUV, která logicky navazuje na kapitolu předchozí, přičemž navržený výsledek ohřevu TUV je již technologicky včleněn do závěrů kapitoly 5.

Kapitola 7. stanoví koncepci návrhu domovní čistírny odpadních vod a to jako reakci na současný nevhodný stav, který velmi snižuje komfort bydlení současným uživatelům z důvodu častého vyvážení jímky.

Poslední významnou kapitolou je téma větrání, kde je shrnuta koncepce navrženého systému, vyplývající z výkresu číslo 035.

V rámci diplomové práce jsou provedeny základní (konceptuální) propočty pro stanovení hlavních parametrů technických návrhů. Detailní propočty, jsou-li součástí práce, byly prováděny za užití PC a do práce byly implementovány jen jejich výsledky. Technické listinné protokoly nejsou v plném rozsahu součástí práce z důvodu efektivního rozsahu a jsou proto příkladově deklarovány v příslušných přílohách této práce.

2 Vymezení řešeného objektu a základní stavebně – technická data a poznatky

2.1 Situování objektu, limity, inženýrské sítě

Objekt Lukovany č. 47 je urbanisticky situován v uzavřené zástavbě venkovského sídelního tvaru obce Lukovany s orientačním počtem obyvatel 550. Charakter sídelního útvaru, původně průběžně radiálního, je okružně radiální, který takto vznikl postupným rozvojem okrajové zástavby selského charakteru, posléze (v poválečném období) doplňovaný řadovými dvojdomy. V této části je situován řešený objekt a to jako rohový dům na původním prostranství kostelní návsi s následně kolmo vybudovanou ulicí radiálně rozšiřující se zástavby.

Tímto charakterem jsou limitovány veškeré možné stavební úpravy a adaptace. Charakter rohového domu je zásadně ovlivněn prostorem; neboť dům je ze dvou na sebe kolmých stran omezen sousedními objekty (1 x navazující stavební konstrukcí, 1 x dvorním traktem) a ze dvou kolmých stran veřejným prostranstvím: ze severní části objektu veřejnou zelení, která je oddělena od vlastního objektu předzahrádkou a z východní strany, kde přímo na svislou obvodovou konstrukci navazuje uliční prostor.

Na prostorové limity taktéž navazují urbanistické a architektonické limity a to zejména situování objektu na siluetě návrší obce s dominantou lukovanského kostela a původního selského dvora, které však obyvatelům řešeného objektu poskytují kulturně zajímavé rurální okolí s částečným scénickým výhledem do krajiny.

Na prostorové limity navazují taktéž limity z dosahu a kolizí inženýrských sítí. V 90. letech 20. století byl v obci vybudován plynovod, na který je stávající objekt již funkčně napojen. HUP je situován vedle hlavních vchodových dveří a domovní přípojka je vedena k ose ulice, kde je obecní plynovod trasován. Ve 2. polovině 90. let 20. století byl v obci vybudován místní vodovod napojený na samostatný obecní vodojem, který je zásobován z nadregionálního vodovodu. Domovní přípojka pitné vody je trasována přes plochu veřejné zeleně, kde je v ploše předzahrádky umístěna měrná šachta (MŠ). Z MŠ je domovní vodovod vyveden do prostoru místnosti 1.6, kde je manipulační hlavní uzávěr v instalační krabici svislé obvodové zdi. Zde přípojka pitné vody z obecního vodovodu končí, je zaslepená a připravená k případnému dalšímu napojení na rozvod.

Domovní rozvod pitné vody je v současnosti napájen ze starší vodovodní přípojky situované přes horní dvůr (0.3) do sklepa (0.1), kde je pata přípojky na domovní rozvod. Tato přípojka je napojena na místní regionální vodovod, který zásobuje místní ulici o počtu 15 jednogeneračních bytových domů a 1 dvougeneračního. Zdrojem pitné vody regionálního uličního vodovodu je místní studna, která má dostatečnou kapacitu, nevykazuje závady a kolísavost v dodávkách vody. Provozovatelem a garantem kvality pitné vody je obec. Vodovod byl vybudován v 70 - 80. letech 20. století v rámci tzv. akce „Z“.

V dřívější době byl objekt zásobován z vlastní studny situované na horním dvoře. Studna je kopaná, cca 35 m hluboká a vykazuje nestabilní hladinu vody, která kolísá od nuly k max. 0,8 m vodního sloupce. Tento stav je zapříčiněn místním geologickým profilem, jenž je tvořen nepropustnými leukotraciálními ortorulami. Spodní vody jsou vedeny puklinovým kolektorem, jehož sklon přibližně kopíruje sklon svahu. Tento kolektor je tektonickým projevem deformační vrásky. Vydatnost zdrojů podzemní vody tak značně kolísá dispozičně a výškově dle výskytu zvodní v kolektorových puklinách v blízkosti studny (nebo i stavebního objektu).

V 70. letech 20. století byla, v rámci tzv. akce „Z“, vybudována v obci dešťová nesoustavná gravitační kanalizace, která je osazena několika vyústními objekty do místního Lukovanského potoka. Tento pramení nad úbočím intravilánu obce a je velmi málo vydatný. Do této kanalizace jsou svedeny především odvodněné veřejné plochy a dále svody ze střech a dvorních traktů domů, které nelze odvodňovat vsakem do zahrad a zemědělských ploch. V případě řešeného objektu a jeho dispozice jsou všechny odvodněné plochy sváděny do této kanalizace, vyjma spodního dvora (0.2), jehož odvodnění je napojeno na domovní splaškovou kanalizaci se zaústěním do jímky k vyvážení. Toto nevhodné řešení, které významně snižuje užitnou kapacitu jímky k vyvážení, je pravděpodobně výsledkem původního projektu modernizace a rekonstrukce ze 70. let min. stol., který předpokládal vybudování septiku¹ s přepadem zaústěného do dešťové obecní kanalizace.

Obec nemá vlastní splaškovou kanalizaci a dle Jednotného plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Jihomoravského kraje se v nadcházejících 10 let nepočítá,

¹ Z historických konotací lze dedukovat, že záměr výstavby septiku nebyl místními úřady povolen a došlo k realizaci jímky k vyvážení.

z ekonomických důvodů, s výstavbou splaškové kanalizace. Nadále je plánována individuální likvidace splaškových odpadních vod formou vyvážení z jímek a likvidací v nadregionální ČOV.

Řešený objekt má vybudovanou jímku o objemu cca 32,8 m³, která je, z důvodu prostorových limit, umístěna před objektem RD na obecním pozemku veřejné zeleně - na severní straně objektu.²

Objekt je napojen na NN 3 x 400V/230V a datové zdroje vzdušným vedením z pravostranného vzdušného obecního vedení.

2.2 Základní charakteristika sídelního útvaru

Obec Lukovany je obcí Jihomoravského kraje, bývalého okresu Brno – venkov, se spádovou pověřenou obcí Rosice u Brna a další nadregionální obcí: Zastávka u Brna.

Obec Lukovany má průměrnou nadmořskou výšku 410 m n. m. a území je geograficky charakterizováno jako zvlněná vrchovina. Obec leží v blízkosti správní hranice s krajem Vysočina, ale taktéž v blízkosti geografické hranice s Českomoravskou vrchovinou. Klimaticky je tak obec na území v oblasti s vyšší mírou sluneční radiace a oblasti tzv. sušší, avšak blízkost Vysočiny charakterizuje oblast s četnějším výskytem větrných dnů a častým výskytem inverzí. V tepelném posouzení jsou proto exteriérové okrajové podmínky zadávány pro Oblast II – do 600 m n. m., $\theta_e = -15\text{ °C}$, avšak vzhledem k blízkosti Oblasti III (Českomoravská vrchovina) je tento stav zohledněn volenou lokalitou Brno III, která je charakteristická delším otopným obdobím v trvání 263 dnů.

Větrná oblast: IV; námrazová oblast: střední; sněhová oblast: I –II, tj. 0,5 - 0,7 kN.m²; dle radonové mapy střední radonový index - metamorfity.

Obec Lukovany je v přímém dosahu Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje, dopravní obslužnost je ze dvou nezávislých směrů. Sněhové kalamity jsou výjimečné, havarijní výpadky v zásobování zemním plynem nebyly po dobu provozu plynovodu zaznamenány. Obec se dosud nachází v méně kvalitním pokrytí signálu mobilních operátorů.

² Lokace jímky k vyvážení na obecním pozemku je právně vázána věcným břemenem vůči obecnímu úřadu jako stavba s ekologickou funkcí.

Lukovany leží v 2. radiačním evakuačním pásmu (10 – 20 km) Jaderné elektrárny Dukovany a vojenském leteckém koridoru Vojenské základny taktického letectva Náměšť nad Oslavou.

2.3 Výchozí podklady, přesnost zpracování vstupních dat

Jako zásadní při zpracování projekční části práce se ukázala absence projektové dokumentace z posledních stavebních rekonstrukčních a adaptačních úprav v 70. letech.³ Z tohoto období je k dispozici pouze technická zpráva⁴ a dále je k dispozici výkresová dokumentace z roku 1948: Plán přístavby domu; který má pouze archaický význam.

Z tohoto důvodu bylo přistoupeno k vlastnímu stavebně - technickému průzkumu a vlastnímu zaměření. Výsledky jsou implementovány do výkresové dokumentace stávajícího stavu vč. detekovaných poruch a vad – viz. kapitola 2.7. Skladba zakrytých konstrukcí, je-li pro účely práce nezbytná a nebyla-li obsažena v dostupné dokumentaci, byla stanovena odkrytím nebo sdělením majitele objektu, který prováděl svépomocné práce.

Přesnost zpracování vstupních dat s následným digitálním zpracováním odpovídá přesnosti užitých metrologických metod, tj. užití pásmového a laserového zaměření, které jsou pro koncepční rozsah práce postačující. Rozsah zaměřených detailů plně převyšuje rozsah a zadání práce.

³ Absentující projektová dokumentace nebyla dohledávána v archivu příslušného stavebního úřadu.

⁴ Autor: Ing. arch. Merta

2.4 Historie technického řešení objektu

Některé původní konstrukce pocházejí přibližně z konce 19. století, kdy byly v obci po okrajových souběžných liniích budovány selské usedlosti nad tehdejším jádrem obce tvořeného malými domy (posléze hornickou kolonií) a kostelním jádrem. Objekt Lukovany 47 byl tehdy selský samostatně stojící dvojdům se vstupem ze severní strany (od kostela). Následným radiálním rozšiřováním obce a adaptací domu na dva samostatné řadové rodinné domy vznikl rohový rodinný dům č. 47.

Při poválečné adaptaci, která spočívala v omezování hospodářských prostor, byla aplikována na tehdejší kamennou konstrukci pálená cihla a je poprvé zaznamenáno neurčité smíšené zdivo v objektu. I tehdy objekt stále obsahoval černou kuchyni, přímo navazující na chlévy pro vepře a kozy.

Zásadní adaptace a rekonstrukce byly uskutečněny v 70. letech 20. století, kdy byl dům účelně a architektonicky adaptován na dvougenerační; a v tomto režimu je užíván dodnes. Veškeré hospodářské prostory v samotném jádru objektu byly adaptovány na obytné nebo užitné. Hlavní vchod ze severní strany byl zrušen a vytvořen boční vchod na východně straně s přímým vstupem z uličního prostoru. Základní nosné a obvodové zdi zůstávají v původních dimenzích ve smíšeném materiálovém provedení, příčky jsou provedeny z cihly plné pálené.

Původní krov byl snesen a postaven nový krov s rozdílným sklonem (ulice – dvorní trakt) a vestavěnou 2 x arkýřovou střechou s plechovou krytinou, čímž je utvořen prostor pro vestavbu 2. bytové jednotky. Tato je částečně disponovaná jako podkroví a částečně s rovným stropem. V arkýřové části je vybudovaná lodžie a nad verandou 1. bytu balkón směřující do dvorního traktu. Konstrukce patra je z plných pálených cihel, štítová zeď obložena dřevem - bez zjištěných garantovaných tepelně izol. účinků.

Na domovní jádro navazuje ve dvorním traktu křídlo původní sýpky a sklepa, které jsou po adaptaci ze 70. let min. stol. užívány jako skladové a užitné prostory. Sklep pro přípojku pitné vody a dříve pro kotelnu k vytápění 1. bytu na pevná paliva (tehdy uhlí z místního Rosicko - Oslovanského revíru), patro nad sklepem jako prádelna a nyní kotelná 1. bytu s osazeným kotlem na zemní plyn.

2.5 Stávající stav

Stávající stav byl zakreslen do výkresové dokumentace pod čísly: 002 – 007. Výkresová dokumentace plně vystihuje geometricko - prostorové uspořádání, konstrukční řešení a materiálovou skladbu.

Přízemí domu je tvořeno společným prostorem a to: 1.1 – schodišťovou halou (galerií) odkud je schodištěm vstup do patra (2. bytu), dále do dvorního traktu, a do prostor 1. bytu, čímž je 1.2 spíž (nevytápěný prostor) a 1.3 chodba 1. bytu, která je taktéž spojnicí k užitným prostorům: 1.11 kotelna (dříve koupelna, nahodile prádelna) a 01. sklep.

Patro domu je vertikálně tvořeno přístupovým mezičlánkem 2.1 – schodišťovou halou patra (galerií) - která je v letních měsících užívána k posezení. Podlaha je na výškové kótě +2,600 m a dispozičně kopíruje spíž (1.2) přízemí, vodorovná konstrukce je původní a je tvořena pruskou klenbou. Čelní prostor je velkoplošně prosklený na J-JV stranu s výhledem na ulici.

Ze schodišťové haly následuje přes 3 schodišťové stupně vstup do vlastní 2. bytové jednotky, která je v zásadě půdorysně totožná s 1. bytem.

Konstrukce stropu mezi byty je tvořena nad místnostmi 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.9, 1.10 původním trámovým stropem se záklopem bez detekovaných závad a provozních negativ. Nad místnostmi 1.1, 1.7, 1.8 byl. při adaptaci v 70. letech min. stol. vystavěn nový strop německého typu, tj. keramické stropní desky HURDIS na spodní přírubě válcovaného nosníku „I“.

Pravděpodobně z důvodu adaptačních úprav prováděných v 70. letech min. stol. metodou svépomocí, vykazuje současný stav mnoho nedodělků a vad, které graduji v zásadní poruchy, především ve vztahu k tepelným vlastnostem budovy a vlhkostním poměrům na stavebních konstrukcích. Zásadní detekované vady a poruchy – viz. kapitola 2.7.

2.6 Architektonická koncepce, zásady a metoda projekčního zpracování

Rozsah prováděných návrhů vychází z principu koncepčního pojetí. Z tohoto důvodu nejsou vždy a s veškerou mírou řešeny detaily a prováděcí dokumentace, ale pouze základní koncepční návrh technického řešení. Avšak vzhledem k prostorovému omezení a dispozici objektu jsou některé detaily konstrukčně prokresleny nad rámec nezbytného rozsahu práce, nebo jsou pro studijní účely komparovány některé varianty řešení, především v oblasti TZB a skladby kce při tepelně – technických návrzích.

Architektonické řešení adaptačních úprav (provedených v 70. letech min. stol.) zásadním způsobem změnilo výraz objektu z původního architektonického pojetí selské usedlosti na charakteristický dvougenerační dům radiální výstavby 70. - 80. let rurálního prostoru tehdejšího ČSSR. Nicméně dle názoru autora DP; zachováním sedlové střechy a jejího spádu k severní straně, tj. do prostoru dominanty obce: kostela, a zachováním základních objemových a proporčních poměrů k okolní zástavbě; byla provedená adaptace učiněna tehdejším autorem projektu, na tehdejší dobu, s dostatečným citem k urbanistickému pojetí sídelního útvaru. Z tohoto důvodu nebudou prováděné návrhy žádným způsobem zasahovat do architektonického výrazu objektu. Případně navrhované drobné adaptační úpravy (sýpka) budou prováděny se zřetelem viditelnosti z dvorního traktu, tedy bez viditelného narušení v kontextu dominanty obce.

Navrhované koncepční řešení taktéž přihlíží k ekonomickým možnostem a požadavkům investora (současného uživatele objektu). Tj. návrhy nebudou nad míru navrhovány tak, aby svým rozsahem byly v zásadě za horizontem finančních možností investora a případná realizace by opětovně směřovala k četným nedodělkům a vadám, čímž by byl narušen celý koncept návrhu, především s vazbou na teplotně-technické vlastnosti obálky budovy. Veškeré navrhované řešení však plně respektují platné právní požadavky ať dílčím způsobem, tak především v celém kontextu k problematice hospodaření s energií.

Se shora uvedeného jsou navrhované dílčí stavební sanace, rekonstrukce a adaptace řešeny tak, že umožňují etapovitou realizaci bez funkčního poškození předchozí realizované etapy. Tím je umožněno dílčí financování úprav v delším časovém

úseku. Jako alternativa tomuto řešení je přirozeně vybavení objektu alternativními zdroji energie: tepelné čerpadlo a tepelné solární systémy.

Vzhledem k provedenému dodatečnému hydroizolování obvodových stěn tzv. podřezáním na konci 80. let 20. století; a uskutečněné rekonstrukci podlahové konstrukce v přízemí; není z důvodu efektivnosti vstupních nákladů navrhována další rekonstrukce podlahy (za účelem zateplení) a tedy ani podlahové vytápění. Zjištěné poruchy vlhkosti zdiva jsou řešeny ve vztahu k příčinám, tedy především exteriérovými úpravami (eliminace negativní expozice).

2.7 Detekované vady a poruchy

Detekované poruchy a vady jsou zakresleny ve výkresové dokumentaci na výkresech č.: 002 - 007.

Shrnutí a charakteristika detekovaných vad a poruch:

Porucha 1) bodové zatékání skrze střešní konstrukci do místností 0.4 – 0.5. *Příčina:* neúplně provedená kce střešní krytiny, materiálová degradace UV zářením.

Porucha 2) zatékání do sklepních prostor 0.1 skrze podlahovou konstrukci; diagnostikována voda hydrostatickým tlakem, nepravidelně, obvykle se zpožděním po období dešťů, dosahované čerpání cca 85 l/den. *Příčina:* podlahová konstrukce se nachází v puklinovém kolektorovém systému nepropustných ortorul.

Porucha 3) zavlhání přiléhajících obvodových svislých konstrukcí spodního dvora, výskyt jen v období dešťů nebo tání sněhu. *Příčina:* neizolovaný sokl po provedeném podřezání objektu, absence systémového odvodnění dvora, poruchy pochůzných - nepropustných ploch dvora.

Porucha 4) zavlhání přiléhajících obvodových svislých konstrukcí obytných prostor: 1.7 - 1.8. Detekováno v období dešťů a při povrchovém odtoku dešťových vod po veřejné komunikaci přiléhající ulice. *Příčina:* nevhodné příčné spádování sdružené živičné vozovky ulice navazující na budovu, kde na rozhraní vozovky a paty budovy je uložen netříděný štěrk. Dále absence izolace soklu po podřezání objektu.

Porucha 5) povrchová vlhkost interiérového nosného zdiva (1.7, 1.8, 1.3, 1.6), výskyt výluhů a výkvětů. *Příčina:* vzlínající zemní vlhkost ve smíšeném (kamenném) zdivu, které není podřezáno.

Porucha 6) zatékání skrze vodorovnou konstrukci balkónu 2.11 na chodbu 1.3, diagnostikována voda srážková. *Příčina:* absentující dokončení podlahové kce balkónu, dále jsou zřetelné puklinové vady ve stávající kce. včetně absentující tepelné izolace. Tato porucha se projevuje vedle bodového zatékání v období dešťů významnými tepelnými ztrátami a povrchovým výskytem plísní (v topné sezóně) v koutu na styku strop – svislá kce v místnosti 1.3. Projevuje se tak fatální absence tep. izolace a funkční pochůzná plochy balkónu 2.11. V současnosti je povrch balkónu tvořen živičnou izolací ve značném stádiu degradace.

3 Základní návrh stavebně technických úprav

V rámci komplexní rekonstrukce objektu, jejíž primárním cílem je snížit energetickou náročnost budovy na vytápění dle platných právních norem, bylo navrženo několik dílčích *sanací* – odstraňující příčiny detekovaných poruch a vad; dále *rekonstrukcí* - které respektují připravované implementace nových technologií vytápění a TZB, nebo rozšiřují a modernizují užitnou hodnotu objektu; a drobných *adaptací* - které respektují změnu priorit uživatele a rozšiřují užitný prostor objektu.

Shora popsané dílčí návrhy jsou koncepčně řešeny ve výkresové dokumentaci číslo: 008 – 015. Detaily vycházející z těchto návrhů jsou řešeny ve výkresové dokumentaci: 020 – 025.

3.1 Sanace poruch

Poruchy citované v kapitole 2.7 jsou navrhované k sanaci následujícím způsobem:

Porucha 1) – porucha odpadá provedenou adaptací A2, tj. adaptace původní sýpky 0.4 – 0.5 na „amatérský ateliér“. Původní střešní kce bude snesena a nahrazena novou pultovou střechou – tříplášťovou.

Porucha 2) – původní podlahová kce bude vybourána a proveden výkop do rostlého terénu, cca 330 mm pod úroveň založení podlahy. Na rostlý terén bude osazeno filtrační štěrkové lože s plošným drenážním systémem v rozteči max. 500 mm. Drenážní systém bude sveden do čerpací jímky (neprůlezná) o provozním zásobním objemu min. 70 l s osazeným ponorným čerpadlem. Vypouštění čerpaných vod lze realizovat těmito variantami:

1. *varianta*: do kanalizační vpusti spodního dvora, kam jsou taktéž svedeny technologické přepady a vypouštění z technologie vytápění a ohřevu TUV; nebo

2. *varianta*: do alternativně zbudovaného zásobníku dešťových vod na horním dvoře, který bude užit jako zásobník užitkové vody, alternativně s rozvodem ke splachování WC.

Filtrační drenážní lože zásadně sníží nepravidelnou expozici hydrostatickou spodní vodou, která proniká pod podlahu sklepa horninovým prostředím od puklinového kolektoru. Na šterkovém loži bude založena nová podlahová kce, která je složená ze zatažené betonové podkladové desky tl. 30 mm situované na separační geotextílii. Na této bude provedena systémová hydroizolace a následně XPS tepelná izolace (pro zlepšení teplotního faktoru podlahy a eliminaci kondenzace vzdušné vlhkosti na podlaze – dlažbě). Následuje pojistná nopová fólie vyvedená do odvětrávací lišty soklu (plní funkci dodatečné hydroizolace a pojistky proti případnému průsaku vlhkosti skrze patu vodorovné a svislé kce). Podlahová konstrukce bude zakončena pochůznou užitnou dlažbou vyvedenou do obvodového soklu. Tímto bude umožněno komfortnější užití sklepního prostoru ke skladování choulostivějších předmětů.

ČJ bude zhotovena z běžného HT systému PVC DN400 s vlastním dnem, opatřena pochůzným víkem s těsněním snižující difúzi a průnik radonu. Případná expozice radonu potenciálně difundujícího do sklepních skladovacích prostor skrze kce z podloží je eliminována užitou hydroizolací. Negativní vliv šterkového, dobře propustného, lože a drenážního systému je eliminován těsnícím víkem ČJ, dále dispozičním uspořádáním od obytných místností, větráním adaptované místnosti 0.1 a osazenými těsnícími samozavíracími dveřmi – viz. výkres: 008, dveře 24, 24N, a výkresy: 012, 013, detail: 025, sanační opatření S5.

Porucha 3) – řešení sdruženou sanační úpravou (kombinace přímých a nepřímých sanačních metod) bude provedeno: hydroizolováním soklu a eliminací pronikání zemní vlhkosti ke konstrukci a to prostřednictvím obvodové drenáže svedené do ČJ o DN 600. Dále exteriérovým opatřením k odstranění prvotní příčiny, tj. novou skladbou pochůzné plochy spodního dvora spádované do stávající kanalizační vpusti (snížení expozice povrchové vody). Charakter sanačních úprav byl zvolen vzhledem k výškovému uspořádání spodního dvora: tj. základové kce a konstrukce navazujících stěn – vůči svahu, které mohou tvořit překážku puklinovému kolektoru místních ortonul.

Sanační úpravy bylo využito k provedení dodatečného tepelného izolování soklu pod úroveň povrchu spodního dvora tak, aby byl eliminován vliv tepelné vazby na styku základové kce se zeminou. Z důvodu vyšší fin. náročnosti dodatečně aplikované tepelné izolace, v obvykle doporučeném rozsahu u novostaveb, byla zvolena jednodušší varianta a to svislé vnější kontaktní zateplení do hloubky cca 300 mm pod úroveň plochy

spodního dvora (navazující na kompletní kontaktní zateplení objektu – viz. rekonstrukce R4). Jako izolace ve vlhkostně exponovaném prostředí a s dodatečně napojovanou hydroizolací (dříve provedeného podřezání objektu) byla zvolena izolace na bázi pórosilikátu, která má dostatečné mech. vlastnosti a nízký difúzní odpor. V konstrukčním spojení s nopovou fólií umožňuje tato skladba soklu dostatečný odvod rezistentní vzdušné vlhkosti ze zdiva právě skrze sokl. Viz. výkres: 08, detail: 022, sanační opatření S2.

3.1.1 Tepelně - technické posouzení zateplení soklu (300 mm)

Tepelně - izolační opatření navrhované u Poruchy 3 (viz. předchozí odstavec) bylo posouzeno v systému *Area* a byl komparován: *stávající stav*, sokl plně bez tepelné izolace; *doporučovaný stav prováděný u novostaveb*, tj. exteriérové zateplení základu 800 mm pod úroveň terénu; a *navrhované opatření*, tj. zateplení dodatečně exteriérové 300 mm pod úroveň terénu. Z hlediska posuzování parametru nejnižší povrchové teploty konstrukce v interiéru v kritickém místě tepelné vazby (podlaha – obvodové konstrukce), kde byla mj. detekována 3. porucha – zavlhání kce smíšeného zdiva, bylo docíleno splnění požadavku:

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N}$$

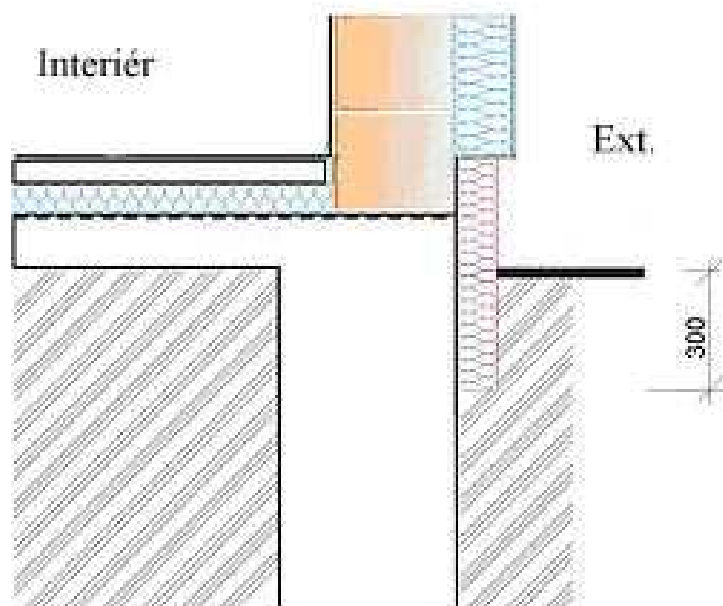
$$\text{kde } \theta_{si,cr} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,62 \text{ }^{\circ}\text{C} + 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C} = 13,12 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad [1]$$

$\theta_{si,80}$ – stanovena pro převládající okrajové interiérové podmínky: $\theta_{ai} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_i = 50\%$;

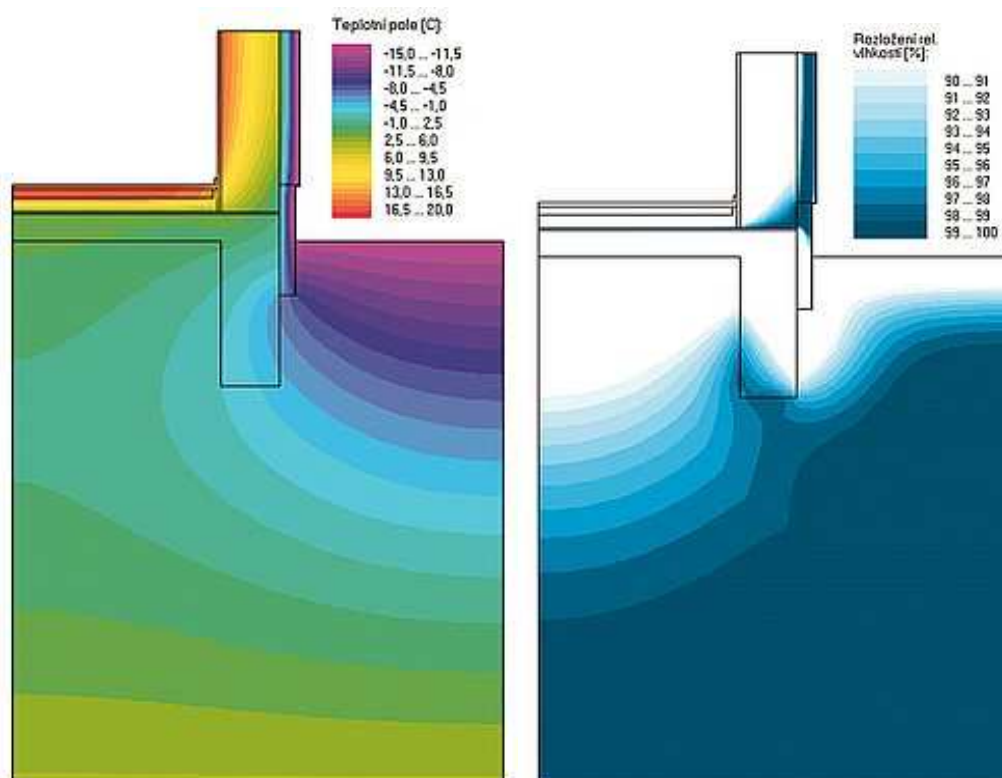
$\Delta\theta_{si}$ – pro stavební kce těžkou, vytápění přeruš. s poklesem výsledné teploty $\theta_r \leq$ než $7 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vnitřní povrchová teplota kce θ_{si} byla stanovena řešením teplotního pole 2D: skladba konstrukce stávající podlahy (užití škvárobetonu 60 mm: $\rho = 1500 \text{ kg.m}^{-3}$; $\lambda = 0,7 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) dle výkresu č. 005, konstrukce soklu dle detailu na výkrese č. 022. Byla vyčísleno: $\theta_{si} = 13,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (viz. obr. 2.)

Obrázek 1 Základní koncepce dodatečného zateplení soklu



Obrázek 2 Modelování průběhu teploty a vlhkosti v navrhované koncepci



Navrhované opatření dodatečného tepelného izolování soklu na kótu 300 mm pod úroveň terénu je pro rozsah rekonstrukce RD postačující a z tohoto důvodu bude aplikováno po celém obvodu rekonstruovaného RD v rámci vnějšího kontaktního zateplení, viz. *detaily – výkresy číslo: 20, 22, 23*.

Porucha 4) – souhrnné sanační opatření, obsahující exteriérové řešení, je obdobné jako u sanace poruchy 3: tj. hydroizolace soklu vč. dodatečného tepelného izolování, snížení expozice vody z možného pronikání povrchové vody (a spodní vody z puklinového kolektoru k obvodovým základům) aplikací liniové drenáže. Expozice protékající povrchové vody po nevhodně spádované vozovce uličního prostoru bude řešeno předsazením zvýšené pojezdové plochy s nájezdovým obrubníkem (šířka 200 mm, výška nájezdové hrany 130 mm), která zamezí bezprostřednímu průtoku povrchové vody u paty obvodové stěny.

Pojízdná plocha je navržena pro střední zátěž, tj. v ploše s převládajícím (statickým) parkováním osobních vozidel. Opatření nezasahuje do průjezdného profilu ulice.⁵ Detaily provedení, rozměrová a materiálová skladba viz. *výkres: 08, detail - výkres: 023, sanační opatření S3*.

Porucha 5) – sanace je provedena dodatečným izolováním od zemní vztlínající vlhkosti na vnitřní svislé nosné konstrukci (materiálové skladby kamenné – smíšené) a to za užití přímé metody: aplikována infuzní jednostranná liniová clona s účinkem pod úroveň podlahové konstrukce. Navrhovaný prostředek: hydrofobizátor LUKOFOB 39, aplikace gravitační injektáží. Ze strany aplikace injektáže, kde setrvává rezistentní možnost vztlínání vlhkosti z důvodu výše situované clony, navrhuji sestavit jedno z níže uvedených podpůrných opatření metodou izolace systémem větracích kanálků:

1. podpůrné opatření: stěnu o tl. 800 mm jednostranně odsekat o mocnost 150 mm na výšku 600 mm a osadit přízemní předstěnou s ponechanou provětrávanou vzduchovou dutinou tl. 100 mm, předstěnu osadit průduchy (systém průduchů: nahoře – dole) k vyvození účinku komorového provětrávání,

nebo

⁵ Vzhledem k zásahu do plochy veřejného prostranství je nutné opatření řešit v součinnosti s majitelem a správcem vozovky uliční sítě – obcí Lukovany.

2. podpůrné opatření: systémem větracích kanálků zdokonalenou metodou KNAPEN, nejvhodněji sítí „V“ kanálů (vzestupných a sestupných) s hloubkou do 2/3 tloušťky stěny, průměr 40-45 mm, rozteč 500 mm s vloženou vysoce perforovanou plastovou trubicí.

2. varianta je méně nákladná, avšak z praktických důvodů lze doporučit 1. variantu. 1. varianta dosahuje vyšší účinnosti (vyšší přestupná plocha) a je u ní eliminován inverzní účinek v letním období.

Viz. výkres: 008, detail: 021, sanační opatření S1.

Porucha 6) – dodatečné hydroizolování a zateplení vodorovné konstrukce balkonu na exteriérové straně. Aplikována tep. izolace XPS 80, vč. vyvedení soklu proti povrchové vodě s ker. obkladem – pohledová výška: 200 mm. Spádování v roznášecí vrstvě 2%, zateplení římsy navazuje na dodatečné kontaktní zateplení – rekonstrukce 4 (R4) v provedení z XPS 60, XPS 30.

Viz. výkres: 09, detail: 024, sanační opatření S4.

3.1.2 Tepelně – technické posouzení zateplení římsy balkónu

Stavebně technické posouzení navrhovaného detailu balkónové římsy (převíslého konce) jako tepelné vazby na styku dvou kce bylo provedeno v systému *Area*, přičemž základní tepelně – technické parametry navazujících kce byly stanoveny v systému *Teplo* – viz. Tab. č.: 1 a 2.

Tabulka 1 Tepelně-technické posouzení: obvodová zeď CP 300

	f_{Rsi}	$f_{Rsi,N}$	stav	U	U_N	stav	$M_{c,a}$	$M_{ev,a}$	stav
	- -		posouzení	$W/m^2.K$		posouzení	$kg/m^2.rok$		posouzení
Původní stav	0,693	0,699	NE	1,47	0,38	NE	1,726	4,985	ANO
Nový stav	0,918		ANO	0,29		ANO	0,001	13,444	ANO

Tabulka 2 Tepelně-technické posouzení: strop pod balkónem

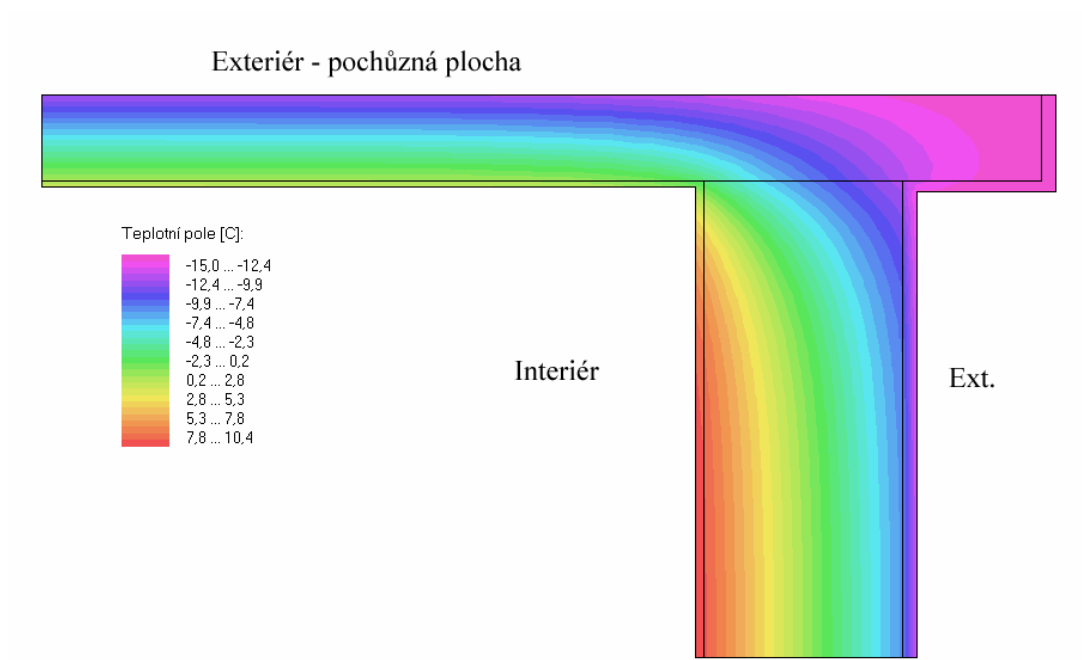
	f_{Rsi}	$f_{Rsi,N}$	stav	U	U_N	stav	$M_{c,a}$	$M_{ev,a}$	stav
	--		posouzení	$W/m^2.K$		posouzení	$kg/m^2.rok$		posouzení
Původní stav	0,474	0,679	NE	3,07	0,24	NE	4,230	0,679	NE
Nový stav	0,923		ANO	0,32		NE	0,001	0,512	ANO

Tabulka 3 Tepelně-technické posouzení tepelné vazby balkónové římsy

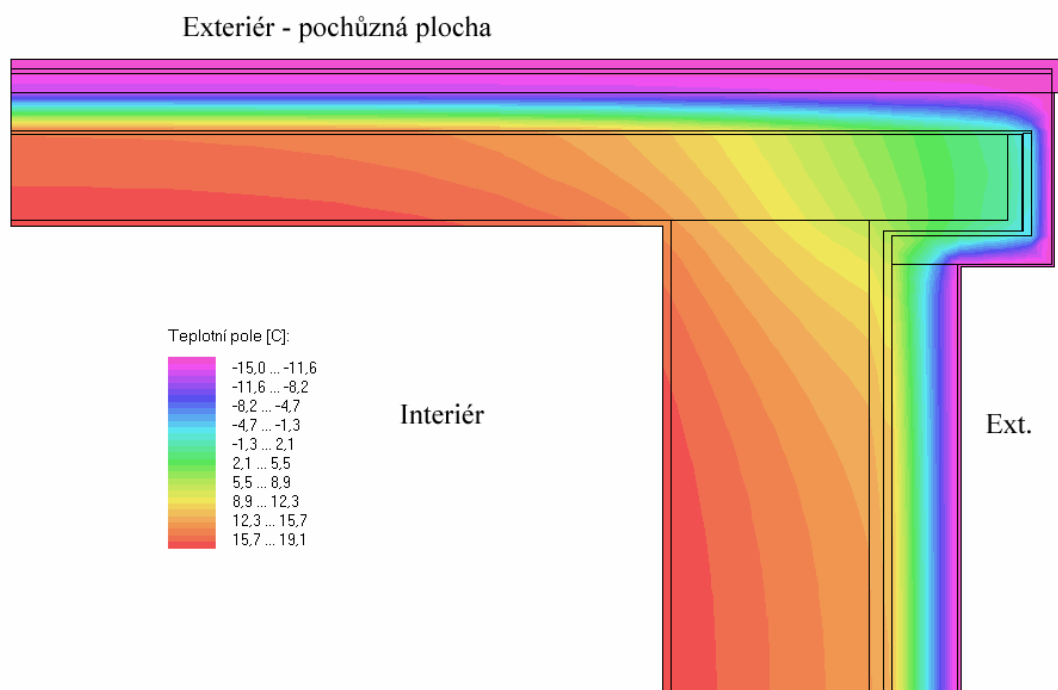
	f_{Rsi}	$f_{Rsi,N}$	stav	L^{2D}	Ψ	$\Psi_{k,N}$	stav
	--		posouzení	$W/m.K$			
Původní stav	0,567	0,720	NE	4,903	0,265	0,60	ANO
Nový stav	0,890		ANO	0,868	0,417		ANO

Z tabulek 1 - 3 je patrné, že navrhovanými stavebními úpravami dojde ke zlepšení všech tepelně – technických parametrů a dodržení normových požadavků vyjma součinitele prostupu tepla U_N u vodorovné kce balkónu. Tento stav je dán omezením max. konstrukční skladební výšky, na kótě +2,950, která koreluje s podlahou 2. bytu a tedy prahem vstupních balkónových dveří. V této souvislosti je dosaženo maximální hodnoty $U = 0,32 W/m^2.K$ a je u této konstrukce užito normativní výjimky (viz. kapitola 4.1). V plném rozsahu jsou u řešeného detailu splněny parametry nejnižší povrchové teploty kce v interiéru θ_{si} a celková roční bilance zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$. Pozitivní výsledek navrhovaných opatření u detailu balkónové římsy deklarují obr. č.: 3 a 4 (teplotní pole) a obrázky č. 5 a 6 (redistribuce relativní vlhkosti) v kce tepelné vazby v původním stavu a v novém – navrhovaném – stavu. Pozitivní změnou v rozložení teplotního pole došlo k redistribuci vyšších hodnot relativní vlhkosti v kce z interiérové strany na exteriérovou.

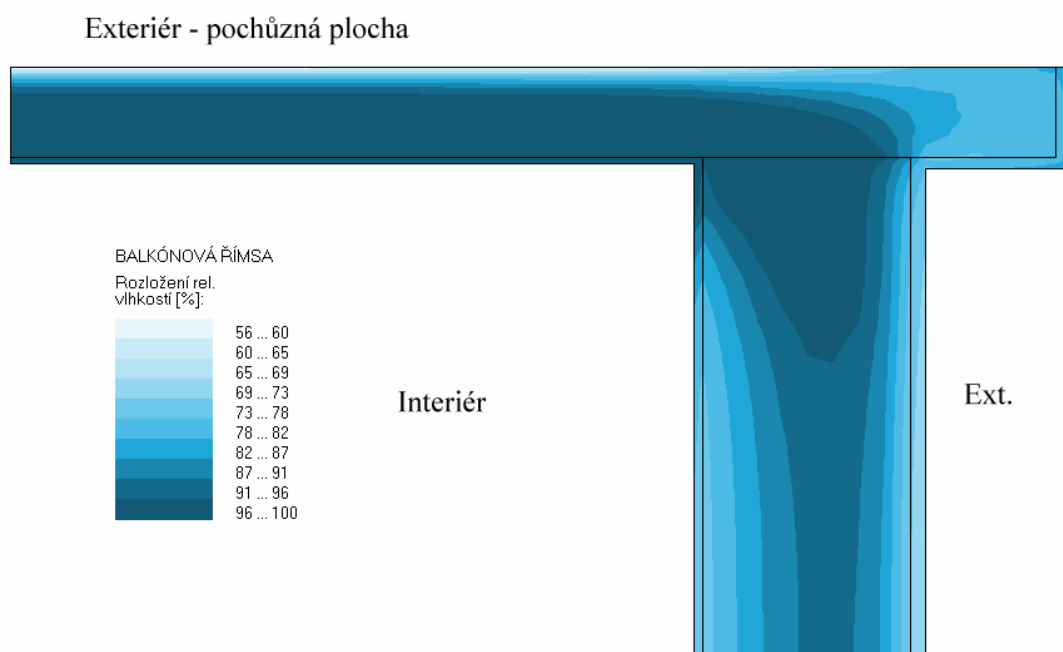
Obrázek 3 Balkón - balkónová římsa (stávající stav) – průběh teplotního pole



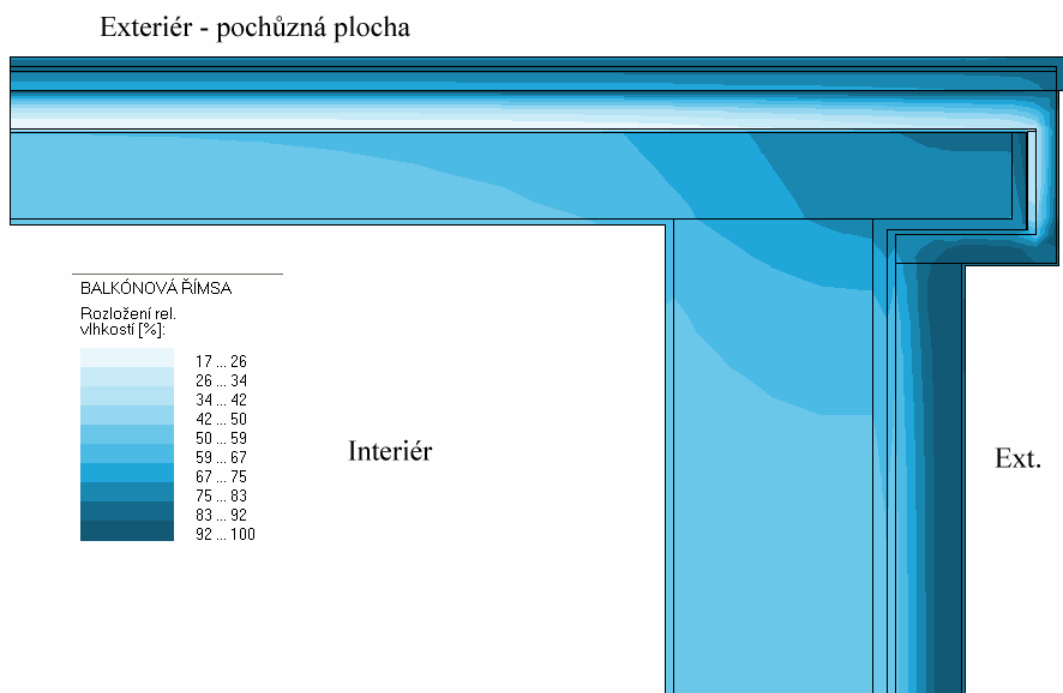
Obrázek 4 Balkón – balkónová římsa (navrhované řešení) – průběh teplotního pole



Obrázek 5 Balkón - balkónová římsa (stávající stav) – redistribuce relativní vlhkosti



Obrázek 6 Balkón - balkónová římsa (navrhované řešení) – redistribuce relativní vlhkosti



3.2 Rekonstrukční úpravy

Níže je uveden stručný souhrn a specifikace dílčích rekonstrukčních úprav, které jsou navrhovány jednak z důvodu odstranění stávajících nevyhovujících (např.: dřevěný obklad štítu) nebo degradovaných konstrukcí (izolace mezi krokvemi) a jednak pro zvýšení užitné hodnoty RD vzhledem k hlavnímu cíli rekonstrukce. Podrobnosti a provedení - viz. *výkresová dokumentace*⁶ číslo: 008 – 015.

- **R1** – výstavba vertikální integrované stupačky pro instalaci nového vertikálního rozvodu: TUV, cirkulace TUV, pitné vody (PV) a užitkové vody (UV). Stávající vertikální rozvody budou odstraněny v rámci demoličních zásahů před výstavbou stupačky. Současné horizontální vedení v každé bytové jednotce - vedené ve zdi - bude ponecháno a napojeno na rozvody stupačky, popřípadě bude vyměněno a rozšířeno o vedení užitkové vody k WC a to dle případných estetických úprav prováděných v každém bytě v budoucnu. Opatření R1 zvyšuje komfort při revizích vertikálních rozvodů a umožňuje instalaci vodoměrných zařízení.
- **R2** – rekonstrukce stávajícího jednoplášťového komínového tělesa: světlost komínového průduchu rozšířena frézováním a následně vyvločkován keramickou vložkou Schiedel KERANOVA. Užití pro krbová kamna s uzavřenou spalovací komorou, předpoklad: tuhé palivo – dřevo.
- **R3** – snesení starého komínového tělesa (lokace - místnosti: 0.1; 0.5) a výstavba nového komínového tělesa s dvěma průduchy: 1 x pro palivo – zemní plyn; 1 x pro palivo tuhé – dřevo. Plynné palivo plánováno pro sekundární zdroj (kondenzační kotel pro vytápění v rámci celého objektu); pevné palivo (dřevo) pro užití v lokálních krbových kamnech - nahodilé užívání v místnosti „amatérského ateliéru“ vzniklé po adaptaci ze sýpky (adaptace: A2). Viz. výkres: 008, 009, 012, 013, 014.
- **R4** – hlavní rekonstrukční úprava: komplexní celoplošné kontaktní zateplení objektu v systému ETICS za užití EPS a XPS, rozsah a specifikace dle výkresu: 008, 009. Rekonstrukce R4 a R5 obsahují kompletní výměnu transparentních

⁶ Systém označování jednotlivých rekonstrukcí „R“ s pořadovým číslem rekonstrukce (R1 – R8) je shodný s výkresovou dokumentací.

konstrukcí obálky budovy v minimálních tepelně – technických parametrech citovaných v příslušných výkresech.

- **R5** – dodatečné vnější kontaktní zateplení štitové zdi a svislých kce. podkroví s izolantem na bázi MV a s vnějším samonosným systémem dřevěného obkladu. Dřevěný obklad aplikován nekontaktně na tepelný izolant z důvodu vysokého difúzního odporu a zamezení negativnímu průběhu kondenzace vodní páry ve stěně a izolantu: opatření voleno z důvodu zachování původního architektonického výrazu obsahující dřevěný obklad. Mezi dřevěným obkladem a izolantem MV provětrávaná vzduchová mezera s ochranou izolantu MV proti účinkům proudění vzduchu. *Výkres: 009.*
- **R6** – dodatečné zateplení střechy podkroví a stropní konstrukce 2. bytu za užití systému tzv. *sanační střechy*. Tento systém nevyžaduje zásah do stávajících podhledů interiéru.

Aplikovaná bude izolace mezi krokve na plnou stavební výšku krokve a s další následnou izolací nad krokve v systému Roofmate TG 60, který splňuje vyšší mechanické parametry pro osazení distančních latí. Užitá sanační střecha je ve skladbě systému dvouplášťovém s provětrávanou vzduchovou mezerou. Z důvodu vyšší konstrukční výšky izolace je nutno provést zvýšení konstrukční výšky krokových prvků střechy – užito distančních latí (včetně úpravy klempířských prvků).

Navrhované opatření vyžaduje, z technologického hlediska, snesení současné střešní krytiny (taška pálená – „bobrovka“) a odstranění staré izolace (degradované a nedodatečné). Po provedené montáži nové skladby bude střešní kce uzavřena přelátováním a opětovným pokrytím střešní krytinou. Návrh je zvolen s přihlédnutím k současnému technickému stavu střešní krytiny a záměru investora k její výměně (keramická pálená taška – tvar dle volby investora). Přesná skladba a rozsah – viz *výkres: 010, 011.*

- **R7** - dodatečné ztužení krovu užitím podkladového trámu pod krokve zpříčeného o kleštiny. Opatření voleno z důvodu možného využití jižní strany střechy se sklonem 19° pro celoplošné osazení solárním systémem (variantně – výhledově)

a dále k celkovému ztužení krovu z důvodu zvýšení stálého zatížení od aplikace sanační střechy.⁷

- **R8** – současné větrací průduchy (WC, koupelna) rozšířeny frézováním na DN 200 pro případné osazení podtlakového větracího systému MX ZMV. Ventilátory budou umístěny v půdním prostoru. Průduchy je možno alternativně vyvložkovat vzduchotechnickým flexibilním potrubím s vnitřním hladkým povrchem. Každá bytová jednotka je opatřena samostatným autonomním průduchem, situování vyústění průduchů dle *výkresu: 035*. Vlastní rekonstrukční opatření – viz. *výkres: 008, 009, 011*.

3.3 Adaptace

V rámci rekonstrukce jsou navrhovány dvě adaptační úpravy.

1. *adaptační úprava* s označením **A1** má zásadní význam pro plánovanou instalaci TZB – tj. k navrhovanému vytápění a otopné soustavě. Jedná se o rozdělení současného sklepního prostoru horizontální stropní konstrukcí na 2 užitné prostory, přičemž nově vzniklý prostor nad sklepem bude užit jako technická místnost k instalaci: energetických zdrojů, technologie energetického rozvodu, regulace a popřípadě k osazení akumulčních zásobníků vytápění a akumulčního zásobníku TUV.

2. *adaptační úprava (A2)* spočívá ve využití nevhodně prostorově koncipovaného prostoru, jako pozůstatku po hospodářském objektu 0.4 - 0.5 „sýpka“, na nově užitný prostor tzv. „amatérského ateliéru“, který bude užíván majitelem k tvůrčí činnosti nebo posezení s přáteli, převážně v letním období.

A1 – adaptační úpravy č. 1 – současný prostor „sklep“ 0.1 horizontálně rozdělen stropní konstrukcí na **0.1A** – sklep a na **0.1B** technická místnost.

Technické řešení A1: stropní konstrukce bude provedena ve skladbě tzv. *německého stropu*, který je tvořen stropními keramickými vložkami HURDIS pokládanými na maltové lože spodní příruby válcovaného nosníku „I“. Skladba bude provedena dle zásad montování ocelokeramických stropních konstrukcí, především

⁷ Statické posouzení není předmětem této práce, dimenze ztužení dostatečně volena k obvyklým zatížením a rozponům.

s nutností separačně oddělit stropní desky HURDIS od dobetonované svrchní podlahové vrstvy (obvykle škvárovým násypem). Stropní kce bude obsahovat únosnější pole N3 ze železobetonové dutinové prefabrikované stropní desky osazené na zdvojený I profil spřažený podélnými svary a pláty. Svrchní betonová vrstva bude vyztužena nad polem N3 kari sítí. Plocha pole N3 je určena k osazení AZ a AZ TUV, které budou dále fixovány kotvením do svislých konstrukcí.

Adaptací A1 vznikne prostor 0.1A se světlou výškou 1,33 m a po sanační úpravě S5 bude tento prostor určen ke skladování sezónních potřeb obyvatel domu (turistické potřeby atd.). Vstup do 0.1A bude po stávajícím schodišti, avšak samostatnými dveřmi. Prostor 0.1A bude skrze schodišťový prostor plně spojen (vzdušně) s prostorem 0.1B. Tak bude zabezpečen dostatečný vzduchový objem pro technickou místnost 0.1B (spalovací procesy, vývin tepla sáláním – minimalizováno tep. izolací rozvodů) a dostatečné větrání sklepa 0.1A - proti kondenzaci vlhkosti, která může být generována nízkou povrchovou teplotou sklepních kce a expozicí vzdušné vlhkosti z ČJ napojené na drenážní systém (sanace Poruchy 2). Povrch stěn navrhuji opatřit sanační omítkou.

Nově vzniklý prostor 0.1B – technická místnost bude určen k osazení technologií TZB a centrálních zdrojů vytápění rodinného domu. Vstup do 0.1B bude samostatnými dveřmi a od prostor sklepního vstupu bude oddělen pozinkovaným zábradlím Z1. Světlá výška prostoru: 1,92 m. Viz. výkresy: 008, 012, 013.

A2 – adaptační úpravy č. 2

Technické řešení A2: bude snesena stávající střešní konstrukce sýpky (0.4 - 0.5) a provedena dozdvírka na stávající vodorovné konstrukci, za užití zdících prvků YTONG S20. Výšková skladba navýšena na min. pochůzkou světlou výšku 2,14 m. Svislá konstrukce navazující na sousední objekt bude ztužena spřažením za užití betonového pozedního pásu. Na takto připravené svislé konstrukce bude instalován krov pultové střechy se sklonem 15°, spádem do dvorního traktu. Trámy krokve v místě svislých doplňkových oken budou začepovány do sloupku 140/120 a ztuženy páskem 140/120 oboustranně šikmo začepovaným.

Hlavní pozednice, která musí přenést případné vodorovné zatížení do pozedního pásu, bude kotvena pásovinou 50/6 mm a dále chemickou kotvou, popřípadě kotevním

šroubem, rozteč jednotlivých prvků 300 mm. Krokve budou na hlavní pozednici osedlány s oboustranným zapuštěním a spoj ztužen oboustranně rohovým plechovým hmoždíkem.

Konstrukce krovu je v systému 3-plášťově střešní konstrukce⁸, kde hlavní izolační stupeň tvoří termo - izolace mezi sádkartonovým podhledem a krokve, vč. izolace mezi krokve. Následují dvě samostatně provětrávané vzduchové mezery. Střešní krytiny: střešní taška pálená; meziokenní plocha střešních oken oplechována na bednění, popřípadě vkládaná střešní taška. Pohledový interiérový prvek krovu tvoří pouze pásek mezi střešními okny.

Větrání místnosti je navrženo jako přirozené s přímou funkční vazbou na vstupní dveře z dvorního traktu (exteriéru) a dále ventilační (manuálně ovládanou) škvírou ve střešních oknech.

Denní osvětlení a oslunění je zajištěno 3 střešními okny systému Velux v řadě, dělené střešními krokve, a dále 4 svislými doplňkovými okny, kde 3 okna navazují přímo na střešní okna. V letním období je stínění zajištěno osazeným autentickým stínícím systémem Velux.

Adaptační úpravy S2 obsahují také kontaktní zateplení obvodových kce za užití EPS 60. Souhrnné tepelně – technické parametry konstrukcí adaptovaného prostoru „ateliéru“ jsou navrženy tak, aby vyhovovali požadavkům obytné místnosti.

Adaptace A2 – viz výkresy: 009, 012, 013, 014.

⁸ 3-plášťová střecha je volena z důvodu nahodilého užívání prostoru v zimním období s nepravidelným lokálním vytápěním krbovými kamny na tuhá paliva a tedy předpokladu o značném kolísání interiérových teplot. V letním období bude povrch střechy značně exponován slunečním svitem, orientace: J – JV.

4 Tepelně technické posouzení

4.1 Zásady posouzení

Veškeré shora uvedené sanace, rekonstrukce a adaptace byly navrženy tak, aby splňovaly tepelně - technické požadavky a byl naplněn jeden ze základních cílů zadání: *hospodaření s energií*. Jednotlivé skladby obvodových konstrukcí byly kontrolovány výpočtovými systémy: *Teplo* a *Area* a byly kontrolovány zejména parametry: povrchová teplota kce v interiéru θ_{si} , součinitel prostupu tepla U_i , průběh kondenzace a celoroční bilance kondenzace vzdušné vlhkosti $M_{c,a}$. Vzhledem ke skutečnostem uvedeným v kapitole 2.6 nemůže být všestranně naplněn požadavek u parametru U_i jednotlivých kce, neboť např. podlahová konstrukce na styku se zeminou nepodléhá rekonstrukčním návrhům (ekonomické důvody).

Z tohoto důvodu je v přiměřené míře aplikována přípustná normativní výjimka z požadovaných hodnot U_N pro rekonstruované stavby a bylo přistoupeno k celkovému posouzení obálky budovy na průměrný součinitel přestupu tepla tak, aby dílčími návrhy bylo docíleno požadovaného vyhovujícího parametru, stupně D, $STN < 100\%$. Dosažení vyššího stupně STN vyžaduje v zásadě výraznější stavebně - technická opatření a nelze se „právě“ obejít bez tepelně - izolačních opatření na konstrukci podlahy ve styku se zeminou.

Obecně navrhovaná dimenze EPS ETCIS byla stanovena tak, aby byl splněn požadavek U_N , a dále v kontextu celkového stupně STN. Vyšší dimenze EPS a MV nebyly záměrně užívány, neboť u masivních svislých konstrukcí ze smíšeného zdiva se může nadměrná dimenze ETCIS negativně projevovat na tepelnou stabilitu místností v letním období (inverzní stavy), především pak na povrchovou teplotu kce a s tím spojeného rizika povrchové kondenzace ze vzdušné vlhkosti vstupující do budovy z exteriéru.

Příkladové výpočtové posouzení⁹ konstrukce: obvodové zdi ze smíšeného¹⁰ zdiva tl. 680 po zateplení; obvodové zdi ze smíšeného zdiva tl. 430 po zateplení a obvodové zdi ze smíšeného zdiva tl. 430 před zateplením je uvedeno v přílohách č.: 1, 2, 3.

⁹ Ve výpočtovém systému Teplo.

4.2 Zonace a podmínky tepelně – technického posouzení objektu

Základní vstupní data – okrajové podmínky:

- Návrhová (výpočtová) teplota v zimním období $\theta_e = -15\text{ °C}$ (Oblast II – do 600 m n. m., lokalita Brna III).
- Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $\theta_{em} = 8,1\text{ °C}$.
- Korekční činitel typického ročního kolísání venkovní teploty $f_{g1} = 1,45$.
- Klimatická standardizovaná oblast: Brno III.
- Průměrná interiérová návrhová teplota $\theta_i = 20\text{ °C}$.

Zonace byla provedena s ohledem na dispozici a charakter objektu: objekt rozdělen pro účely komplexního tepelně - technického posouzení obálkovou metodou na 3 zóny¹¹:

- **ZÓNA 1:** byt 1, $\theta_i = 20\text{ °C}$, $A = 131,28\text{ m}^2$, $O = 48,49\text{ m}$, $V = 394,18\text{ m}^3$
- **ZÓNA 2:** byt 2, $\theta_i = 20\text{ °C}$, $A = 120,40\text{ m}^2$, $O = 49,92\text{ m}$, $V = 364,52\text{ m}^3$
- **ZÓNA 3:** galerie, $\theta_i = 15\text{ °C}$, $A = 36,37\text{ m}^2$, $O = 25,50\text{ m}$, $V = 111,81\text{ m}^3$
- **OBÁLKA CELEK:** $A = 148,66\text{ m}^2$, exponovaný obvod podlahy $P = 51,7\text{ m}$, $V = 870,51\text{ m}^3$.

Pro výpočet tepelné ztráty každé místnosti a návrhu otopných těles použita metoda „po místnostech“ s volbou totožné systémové hranice: základní výpočtové parametry místností – viz. výkres: 030 (pracovní výkres).

Vliv tepelných mostů a tepelných vazeb byl výpočtově zahrnut hodnotou ΔU , která je definována v čl. 7.1.1 v ČSN EN 12831 (Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu) jako korekční činitel vyjadřující vliv tepelných vazeb (mostů)

¹⁰ Součinitel tepelné vodivosti pro smíšené zdivo s mírným převažujícím podílem CP byl dle pramene: www.tzb-info.cz; stanoven na: $0,85\text{ W/m.K}$.

¹¹ Systémová hranice volena k exteriéru na vnější straně obálky (na stranu bezpečnosti), interiérově volena na neutrální osu konstrukce - výpočtové schéma zonace a systémových hranic – výkres: 030.

na součinitel prostupu tepla. Hodnoty korekčního činitele byly stanoveny jako doporučené vzhledem k charakteru detailu, zóny (místnosti) a provedení tech. opatření ETCIS (standardizované a doporučené detaily)¹² v oblasti tepelných mostů a vazeb (nadpraží, ostění, sokl) a dále dle doporučení katalogu tepelných mostů.¹³

Vliv větrání byl stanoven s přihlédnutím k navrhovanému osazení inteligentního větracího systému MX ZMV bez zpětného získávání tepla rekuperací, který automatickou regulací dle koncentrace CO₂ a RV řídí podtlakový nucený odtah vzduchu. Z tohoto důvodu byla, pro účely vyčíslení tepelných ztrát, stanovena hygienická hranice výměny vzduchu (při extrémních zimních exteriérových hodnotách) na dolní přípustné hodnotě $n = 0,3 \cdot h^{-1}$ a to pro jednotlivé zóny 1 a 2 jako celek. Pro zónu 3 bylo kalkulováno přirozené větrání při užívání vstupních dveří do objektu.

Při výpočtu tepelných ztrát jednotlivých místností (k návrhu TT) byl vliv tepelných ztrát větráním stanoven jako poměrový podíl objemu místnosti k celkové objemové výměně vzduchu autonomní zóny¹⁴ vycházející z $n = 0,3 \cdot h^{-1}$ a byl zohledněn systém přepouštění vzduchu mezi jednotlivými místnostmi pomocí průchozího stěnového ventilu (VSR)¹⁵. Bylo tedy kalkulováno s rozdílem mezi místnostmi kam již vstupuje podíl předeřátého vzduchu z předchozích místností a naopak u místností, kam je plně přiváděn exteriérový vzduch pomocí samoregulačního okenního prvku (ECA) nebo převodního prvku čerstvého vzduchu (PPV). V těchto místnostech jsou tedy hodnoty $n > 0,3 \cdot h^{-1}$, aby byl splněn souhrnný požadavek $n = 0,3 \cdot h^{-1}$ pro zónu jako celek. Místnosti s maximální produkcí oděrů a vlhkosti (WC, koupelny) jsou přímo osazeny elektricky ovládaným talířovým ventilem na sání systému MX ZMV a je v nich vyvozován největší podtlak v rámci autonomní zóny. Tyto místnosti tak jsou zatíženy tepelnou ztrátou větráním minimálně a je zamezeno šíření oděrů a vlhkosti do ostatních místností.

¹² Např.: Technická pravidla TP CZB 2007 pro vnější tepelně izolační kontaktní systémy (ETICS) – Cech pro zateplování budov České republiky.

¹³ Parametry lineárních a bodových činitelů prostupu tepla z katalogu tepelných mostů bylo užito dle doporučení Komentáře k ČSN 73 0540 (literatura [14.], strana 84, kapitola 7.5) jako parametrů vhodných při koncepčním návrhu konstrukčního řešení a stanovení tepelných ztrát, při průkazném hodnocení detailů, které není předmětem DP, je třeba eliminovat případnou chybu přesným výpočtem teplotního pole.

¹⁴ Autonomní zóny větrání se plně shodují se zónami tepelného výpočtu 1 a 2, kopírují tedy byt 1 a byt 2.

¹⁵ Výkres č.: 035, název: Schéma větrání.

Navrženým systémem je eliminován negativní vliv ztráty větráním v místnostech, kde není nutné větrání provádět (nízká aktuální koncentrace CO₂, RV) a naopak, tepelné ztráty v místnostech, kde k výměně vzduchu bude docházet, plně pokryjí rezervy v navrhovaných výkonech TT souvztažných místností. Systém MX ZMV umožňuje pomocí převodních prvků PPV, ECA, VSR a ventilátoru (MVS) efektivně řídit tepelnou ztrátu větráním, přičemž v případě nutnosti systém vyvine dostatečnou tlakovou diferenci, které s dostatečnou bezpečností, na objem autonomních větracích zón, zabezpečí vyšší stupeň výměny vzduchu.

4.3 Přehled konstrukcí - posouzení

Tabulka 4 Přehled konstrukcí obálky a základních vnitřních konstrukcí

Číslo KCE	Popis konstrukce	Lokace v interiéru	U požadov./doporuč.	Původní U	Po úpravách U	Hodnocení
			W/m2.K	W/m2.K	W/m2.K	
1	Strop pod nevytápěnou půdou	2.2; 2.8	0,30 / 0,16	0,84	0,187	Vyhovuje
2	Šikmá střecha podkroví	2.6	0,24 / 0,16	0,84	0,187	Vyhovuje
3	Plechová střecha	2.1; 2.5	0,24 / 0,16	0,84	0,187	Vyhovuje
4	Strop mezi podlažími		2,2 / 1,45	1,05	--	Vyhovuje
5	Podlaha galerie		0,6 / 0,4	0,45	--	Vyhovuje
6	Podlaha se zeminou	Přízemí	0,6 / 0,4	0,64	--	Nevyhovuje
7	Podlaha balkónu	1.3	0,24 / 0,16	3,07	0,32	Nevyhovuje
8	OZ smíšená 680	1.1; 1.7	0,38 / 0,25	0,90	0,26	Vyhovuje
9	OZ smíšená 600	1.9; 1.10	0,38 / 0,25	0,99	0,27	Vyhovuje
10	OZ smíšená 450	1.8	0,38 / 0,25	1,2	0,28	Vyhovuje
11	OZ smíšená 430	1.8	0,38 / 0,25	1,23	0,28	Vyhovuje
12	OZ CP 300	1.3	0,38 / 0,25	1,47	0,29	Vyhovuje
13	Zed' mezi objekty CP 600	1.9; 1.10; 2.8; 2.9	1,30 / 0,90	0,94	--	Vyhovuje
14	OZ CP s dř. Obkladem	Patro	0,38 / 0,25 1,46	1,46	0,34	Vyhovuje
15	Zed' lodžie CP 100	2.9	0,38 / 0,25	2,13	0,27	Vyhovuje

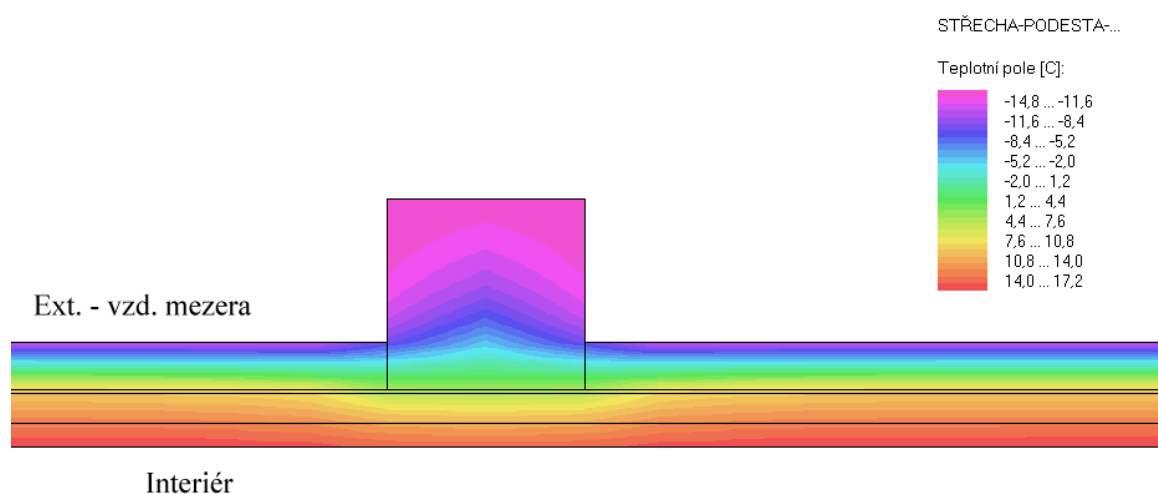
Tabulka 5 Přehled interiérových konstrukcí

Číslo KCE	Konstrukce	Příkladová lokace	U
			W/m ² .K
V1	Zed' smíšená 650	1.6; 1.9	0,93
V2	Zed' smíšená 600	1.3; 1.7	0,99
V3	Zed' smíšená 530	1.7; 1.8	1,07
V5	Zed' CP 450	1.9; 1.10; 2.8	1,15
V6	Zed' CP 300	1.9; 1.10; 2.9	1,47
V7	Příčka CP 150	1.6; 1.8	1,93
V8	Příčka CP 100	1.9; 1.10; 2.6; 2.7	2,14

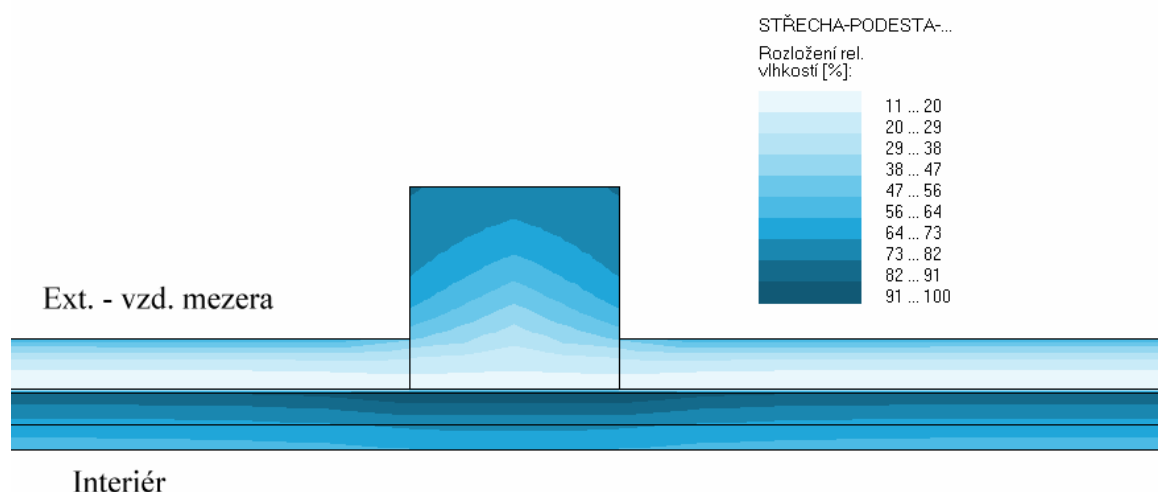
4.4 Příkladová grafická komparace střešní KCE

Jako zásadní z hlediska dosavadního energetického úniku se jeví stropní a střešní konstrukce 2. bytu. Navrhované opatření spočívá v provedení R6 tzv. sanační střechou – viz. kapitola 3.2. Níže je provedena komparace tepelně – technického posouzení této kce výpočtovým systémem AREA za užití grafických výstupů a to po úroveň provětrávané vzduchové mezery. Byla komparována varianta před zateplením a varianta po zateplení. Výsledný parametr U_i – viz. tab. 4, číslo kce 2, 3.

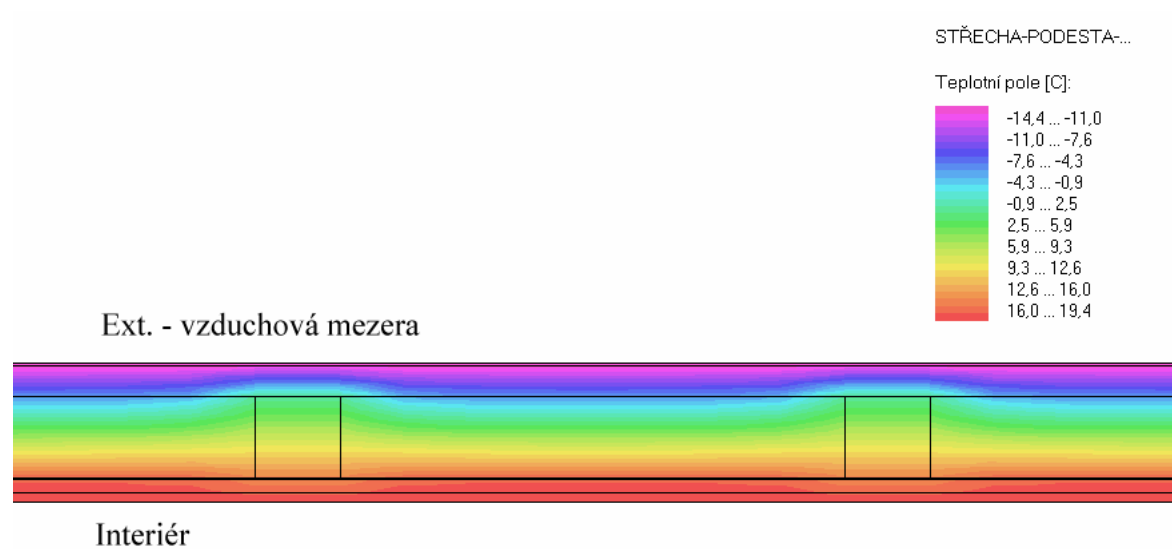
Obrázek 7 Původní KCE – minerální izolace tl. 40 mezi krokvemi – teplotní pole



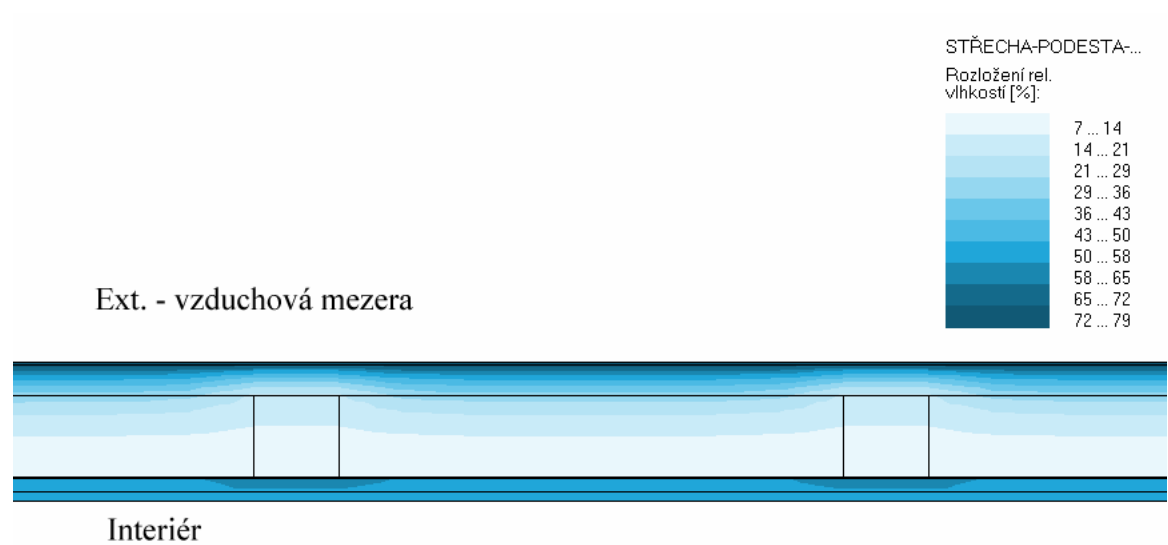
Obrázek 8 Původní KCE – minerální izolace tl. 40 mezi krokvemi – redistribuce relativní vlhkosti



Obrázek 9 Zateplená KCE – minerální izolace tl. 160 mezi krokvemi + Roofmate TG 60 nad krokvemi – teplotní pole



Obrázek 10 Zateplená KCE – minerální izolace tl. 160 mezi krokvemi + Roofmate TG 60 nad krokvemi – redistribuce relativní vlhkosti



4.5 Vyhodnocení obálky budovy

Po provedených výpočtech vykazuje obálka budovy po navrhovaných stavebně – tepelně – technických opatřeních, zejména R4 – R5, následující parametry:

Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem	E_{vp}	24,390 MWh/a
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát větráním	E_{vv}	9,434 MWh/a

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Součet součin. tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem	H_T	297,1 W/K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	U_{em}	0,50 W/m ² .K

STUPEŇ TEPELNÉ NÁROČNOSTI PODLE ČSN 73 0540:

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla ¹⁶	$U_{em,N}$	0,52 W/m ² .K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	U_{em}	0,50 W/m ² .K

Stupeň tepelné náročnosti STN: 96 % **Požadavek je splněn**

Navrhovanými rekonstrukčními úpravami (R4, R5), vč. výměny transparentních konstrukcí, budou splněny normové požadavky na energetický provoz budovy z hlediska měrných tepelných ztrát prostupem do exteriéru při vytápění (průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy U_{em}). Dalších, celkových energetických úspor, z hlediska vytápění, bude docíleno celkovou navrhovanou rekonstrukcí topného systému, viz. kapitoly níže, která mj. zahrnuje návrh na využití alternativních zdrojů a celkově zvyšuje úroveň regulace a účinnosti systému. Celkové úspory v provozu dvougeneračního domu je možné dosáhnout komplexními opatřeními zahrnující řízení jak vnějších tepelných zisků, tak interních tepelných zisků, např. v rámci řízení procesu inteligentní budovy: řízení stínění, osvětlení, útlumový provoz atd.; popřípadě energeticko – hospodářskou renovací stávajících spotřebičů energie: energeticky úsporné žárovky, chladničky atd. Pozitivní vliv na energetickou bilanci má návrh ohřevu TUV obnovitelným zdrojem (solární systém – viz. kapitola 6.)

¹⁶ Geometrická charakteristika budovy $A / V = 0,69 \text{ m}^{-1}$

V rámci rozsahu této práce není učiněn konkretizující návrh na renovaci dalších energetických spotřebičů a přesné inteligenční řízení interních a externích zisků. V textové části jsou níže zmíněny jen možné nástiny řešení, realizovatelné v rámci rekonstrukčních úprav. Z tohoto důvodu není provedeno celkové energetické zhodnocení budovy, např. v systému Energie, nebo Národním kalkulačním nástrojem (NKN), neboť toto hodnocení je velmi rozsáhlé a svými detaily převyšuje efektivní rozsah této práce.

Graf 1 Rozvržení tepelných ztrát objektu¹⁷



V rámci komparativního porovnání (viz. kapitola 4.5.1) tepelně – hospodárného účinku navrhovaných rekonstrukčních úprav zateplení a alternativního návrhu využití obnovitelných zdrojů energie, lze konstatovat, že navrhované opatření předběžně splňují parametry národního dotačního projektu „Zelená úsporám“ a lze tohoto programu využít ke kofinancování navrhovaných rekonstrukčních úprav. V případě realizace tohoto finančního záměru je však nutné provést kompletní energetické posouzení objektu, jak bylo konstatováno v předchozím odstavci.

¹⁷ Grafický výstup systému Ztráty.

4.5.1 Komparace stavu obálky před – po zateplení

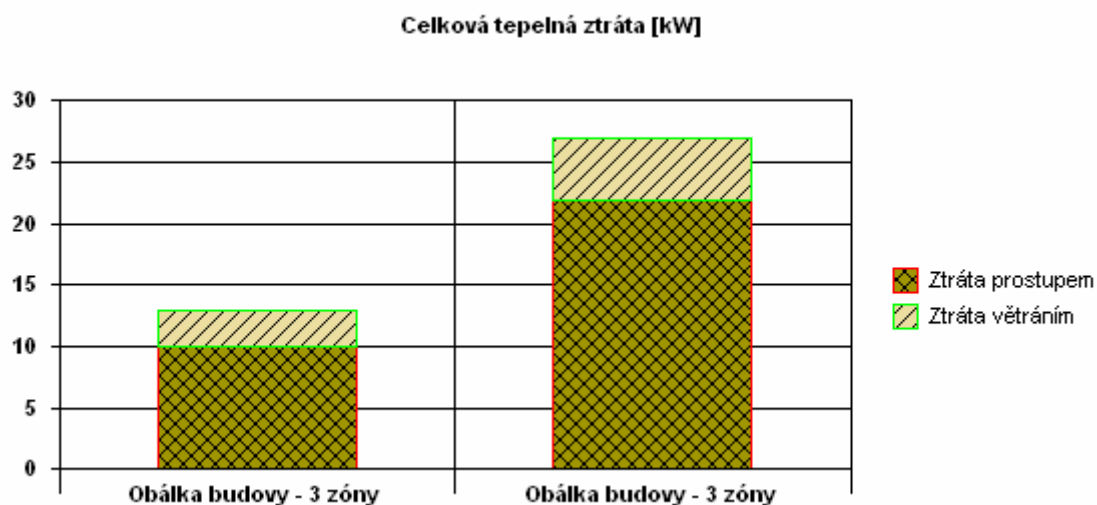
Tabulka 6 Porovnání parametrů obálky: před – po, kontaktním zateplením

Posuzované parametry	Procentický rozdíl	Před zateplením	Po zateplení
Potřeba tepla ke krytí tepelných ztrát prostupem (MWh/a)	- 41,3 %	59,018	24,390
Součet součin. tep.ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem (W/K)	- 45,5 %	652,9	297,1
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy (W/m ² K)	- 44,95 %	1,09	0,50
Stupeň tepelné náročnosti (%)	- 45,87 %	210	96

Z přehledové tabulky č. 3 je patrné, že současný tepelně – technický stav, bez ohledu na stav (degradace a dílčí poruchy) a regulaci vytápění, byl značně nevyhovující. Navrhované opatření zakládají téměř 50 % úsporu energie na vytápění (krytí ztrát prostupem do exteriéru) a tak zakládají výhodné ekonomické faktory časové návratnosti investic do navrhovaných rekonstrukčních opatření souvisejících s úsporou energie.

Současný stav objektu dvougeneračního RD vykazuje hodnotu $U_{em} = 1,09$ W/m².K a tím je dosaženo vysokého stupně STN 210%. Objekt v hodnocení spadá do kategorie G – mimořádně nevyhovující budova. Nutno konstatovat, že nevyhovující stav je částečně v korelaci s provedenými stavebními úpravami v 70. letech min. stol. a tedy tehdejšími energetickými požadavky na výstavbu. Mimořádně nevyhovující stav je dále zhoršen řadou nedodělků, které pravděpodobně odporují tehdejší projektové dokumentaci (např. nedostatečný stav tepelné izolace na bázi MV mezi krokvemi).

Graf 2 Celkové tepelné ztráty obálky po zateplení / před zateplením¹⁸



4.6 Potřeba tepla na vytápění

Celková potřeba tepla na vytápění pro návrhovou externí teplotu je stanovena dle metody¹⁹ Ing. Ptákové. Počet dnů topného období byla stanovena pro oblast Brno III, vnější návrhová exteriérová teplota -15°C .

Protokol o výpočtu – viz. *příloha č. 4*. Pro uváděné exteriérové parametry činí teoretický návrhový výkon zdroje tepla **14,750 kW**. Pro danou geografickou oblast Jihomoravského kraje s nadmořskou výškou do 400 m n.m. je obvyklá návrhová venkovní teplota $\theta_e = -12^{\circ}\text{C}$; tomuto parametru by odpovídal návrhový výkon zdroje tepla 13,84 kW. Jelikož RD je lokalizován na hraničním území, mezi $\theta_e = -15/-12^{\circ}\text{C}$, bude k této skutečnosti přihlédnuto při dimenzování sekundárního zdroje tepla a stanovení bivalentního bodu.

Relativně nízká hodnota návrhového výkonu zdroje tepla je dána především pozitivním dispozičním charakterem objektu, kde část obvodového pláště objektu navazuje na sousední RD a nevytápěné prostory bývalého hospodářského charakteru.

¹⁸ Generováno systémem: Ztráty.

¹⁹ Stanovení potřeby tepla na vytápění byla provedena v systému Ztráty a vedle základních tepelných ztrát prostupem a větráním jsou zahrnuty přírážky k tepelné ztrátě prostupem (vliv chladných stěn, vliv zátopy: tj. součinitel vlivu nesoučasnosti a režimu vytápění) a předpokládaná účinnost zdroje a otopného systému.

Při volbě systému vytápění a návrhu zdrojů tepla (plánováno užití tepelného čerpadla [TČ] v systému vzduch – voda, se sekundárním bivalentním zdrojem kondenzačního plynového kotle) bylo pro stanovení hospodárného bivalentního bodu přihlíženo k ztrátové charakteristice RD. Tuto charakteristiku nejlépe vystihuje Součet součin. tep. ztrát (měrných tep.ztrát) prostupem (W/K). Směrnice funkce této veličiny je přibližně lineární křivky²⁰ a vyjadřuje závislost absolutních tepelných ztrát budovy prostupem na teplotním gradientu interiér - exteriér.²¹ Návrh vychází ze zjednodušeného principu kvasistacionárního tepelného toku za nejnepříznivějších tepelných podmínek, který je v případě řešeného objektu postačující a to vzhledem k útlumové funkci, které je dosaženo v případě vyšších akumulacních parametrů obvodových stěn při povrchu (smíšené zdivo vyšších dimenzí) a projevujících se při dynamičtějších změnách exteriérových teplot.

²⁰ Linearita je pouhým zjednodušením, ve skutečnosti je závislost vyjádřena obecnou křivkou, která zahrnuje vliv mnoha energetických faktorů při různé exteriérové teplotě, včetně změny součinitele tepelné vodivosti některých stavebních materiálů v různých teplotních polích, např. EPS.

²¹ V posuzovaném objektu dosahuje Součet součin. tepelných ztrát prostupem 297,1 W/K, tato směrnice se posuzuje se směrnici křivky TČ, vyjadřující závislost výkonu na teplotě vstupujícího vzduchu, popřípadě dosahovaného tepelného spádu na topné vodě.

5 Návrh vytápění

5.1 Stanovení základních návrhových podmínek vytápění

Níže jsou charakterizovány základní podmínky, které byly respektovány při návrhu systému vytápění, a volby otopného systému, a to se zřetelem na stavebně – technický charakter budovy a dále socio - charakter obyvatel s výhledem cca 10 let:

- objekt bude vytápěn jednotným otopným systémem s centrálně sdruženým zdrojem pro dosažení vyšší účinnosti a regulace alternativního zdroje vytápění;
- každá bytová jednotka bude vybavena samostatným vytápěcím rozvodem v rámci jednotného systému, umožňující samostatnou regulaci vytápění, přičemž regulace zdrojů bude prováděna na základě zpětné vazby ze zonální regulace;
- systém bude umožňovat případné rozpočítávání nákladů na vytápění jednotlivých bytových jednotek, včetně měření případných dodávek přebytečného tepla do systému z krbových kamen;
- společné prostory (zóna 3) budou vytápěny dvěma otopnými tělesy, přičemž z každé bytové jednotky bude napájeno právě jedno;
- technická zařízení zdrojů, akumulční zásobníky, regulační rozvody atd. budou přednostně integrovány do technické místnosti 0.1B (po adaptaci A1).

5.2 Současný stav vytápění

Jednotlivé bytové jednotky mají oddílné způsoby vytápění. Byt 1 (Zóna 1) je vytápěn teplovodním vytápěním, kde zdrojem tepla je plynový kotel situovaný v místnosti 1.11 značky GASEX, Kovotherm Brno o výkonu 24 kW. Z kotle je teplovodně, skrze tepelný trubkový výměník, vyhříván zásobník TUV pro Byt 1 o objemu 160 l a paralelním dvoutrubkovým rozvodem je napájena otopná soustava s původním přirozeným oběhem v etážovém systému (přívodní potrubí pod stropem). Po dodatečném zapojení zásobníku TUV na kotel byl otopný systém osazen oběhovým čerpadlem.

Otopná soustava Bytu 1 je tvořena otopnými tělesy dvojího druhu: 1. otopná tělesa jsou litinová – článková; 2. otopná tělesa jsou na principu pasivního konvektoru značky KonTherm Pokov. Otopná soustava Bytu 1 je funkční bez zásadnějších závad, vykazuje však značně ne hospodárný provoz: regulace je provedena systémem zapnuto/vypnuto na základě termostatu snímajícího teplotu otopné vody v kotli. Nízká účinnost je taktéž způsobena systémovým nedostatkem vyplývajícím z naddimenzování zdroje, který by s přihlédnutím k současnému stavu objektu, a účinnosti otopného systému, postačoval na úrovni 16 kW pro Byt 1. Účinnost je taktéž snížena špatným technickým stavem hořáků a spalovací komory. Z otopné soustavy Bytu 1 je dále vytápěna jedním otopným tělesem Zóna 3, TT je situováno v místnosti 1.1. V Zóně 3 je tak značná nerovnoměrnost interiérových teplot²² a v extrémních případech dochází k povrchové kondenzaci na povrchu stěn a oken – v místech nejvzdálenějších od TT.

Byt 2 (Zóna 2) je vytápěn nesystémově 3 kusy akumulčních kamen s elektrickým napájením na noční sazbu el. energie. Akumulční kamna jsou alokována v místnostech: 2.2, 2.6, 2.8 a nejsou osazena termostatem ani aktivním konvektorem. Tento systém vytápění vykazuje značné negativa a to především v oblasti vnitřní tepelné pohody. Místnosti ve kterých jsou akumulční kamna alokována často vykazují přehřátí²³, naproti tomu neosazené místnosti topnými tělesy, a vzdálenější prostory, vykazují nižší

²² Zóna 3 je galerijního (schodišťového) charakteru s lokací TT v nejnižší možné vertikální poloze. Dle dosavadních provozních poznatků nepostačuje v zimním období teplotní gradient vzduchu od TT k přirozené cirkulaci vzduchu a vertikálnímu vyrovnávání teplot. Horní partie galerie je tak nedostatečně vytápěna. Z tohoto důvodu nový návrh obsahuje 2 TT s lokací v různých vertikálních úrovních.

²³ Obvykle sledovaná teplota v ranních hodinách (tj. při max. teplotním nabití) $\theta_i = 23 - 24\text{ }^{\circ}\text{C}$.

interiérové teploty.²⁴ Za účelem vyrovnání teplot bývají ze strany uživatelů veškeré místnosti vzájemně otevřené, čímž se negativně snižuje účinek digestoře v kuchyni a negativně se šíří oděry, vlhkost atd., nehledě na užitný komfort pro obyvatele. Systém taktéž vykazuje značné energetické ztráty vynuceným neefektivním větráním.

5.3 Návrh vytápění

Na řešení objekt navrhuji centrální vytápění se systémem teplovodního rozvodu, kde hlavním – primárním zdrojem bude TČ systému vzduch – voda (viz. technické zdůvodnění v kapitole: 5.3.1), a sekundárním bivalentním zdrojem plynový kondenzační kotel (PKK). Systém bude opatřen tepelným výměníkem pro zisk odpadního tepla z krbových kamen (s tepelným výměníkem, dále jen KKV), které jsou plánovány v Bytě 1.; systém lze označit jako bivalentní s doplňkovým nesystémovým trivalentním zdrojem.

5.3.1 Návrh parametrů tepelného čerpadla, diskuze

Před vlastním návrhem tepelného čerpadla je nutno stanovit zdroj energie z prostředí. Teoreticky se nabízejí 3 možnosti: *země, voda, vzduch*.

Země – horninové prostředí, jako jeden z nejefektivnějších a nejstabilnějších zdrojů tepla není u posuzovaného objektu přijatelný a to z dispozičních a prostorově limitujících podmínek citovaných v úvodu této práce. Prostředí vody přichází alternativně v úvahu u nevyužívané studny, avšak skutečnost kolísavých průtoků; které jsou odvislé od zvodnění puklinových kolektorů v jinak málo propustném horninovém prostředí leukotraciálních ortorul; a dále energetické nároky na čerpání vody, jakož i obtížně řešitelný problém s vypouštěním ochlazené vody v prostorově omezeném půdorysu negativně limitují i toto prostředí jako zdroj energie. Z těchto důvodů volím jako zdroj energie prostředí – vzduch.

Pro stanovení dimenze TČ je rozhodující volba bivalentního budu, který v konečném důsledku rozhoduje o účinnosti celého systému – tedy převládající velikosti topného faktoru, a dále provozních a investičních nákladech.

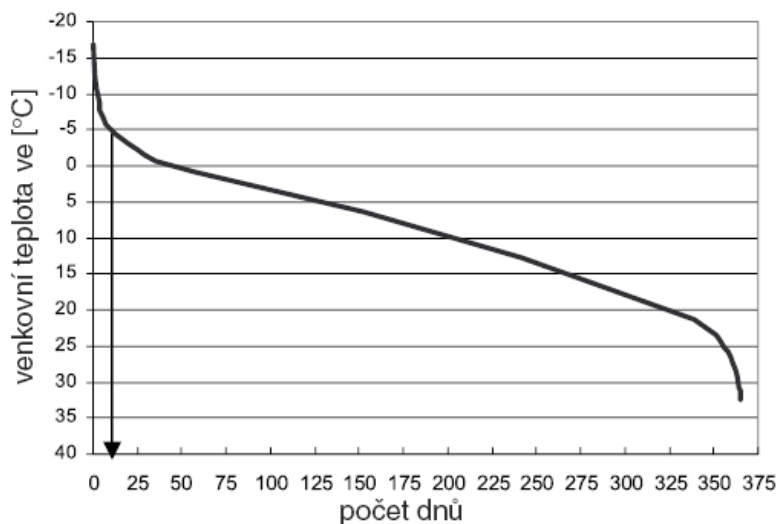
Běžně je doporučovaný bod bivalence na hodnotě $\theta_e = -5\text{ °C}$, avšak se zřetelem na skutečnost, že tato hodnota je nejpříznivější pro nízkoenergetické domy s velkoplošným

²⁴ Obvykle sledovaná teplota $\theta_i = 17 - 18\text{ °C}$.

nízkoteplotním vytápěním, nejčastěji na tepelném spádu 35/25/20 °C; obvykle za užití podlahového vytápění; není tento bod bivalence pro posuzovaný objekt vhodný.

Dalším negativním faktorem je klimatická oblast, ve které se posuzovaný objekt nachází. Formálně je objekt zařazen do oblasti Brno III, avšak již tato oblast vykazuje nadprůměrné topné období v trvání 263 dnů.

Graf 3 Obvyklé rozvržení počtu dnů v roce s danou a nižší teplotou ²⁵



Ze shora uvedeného grafu je patrné, že na průběhu křivky vyjadřující průměrné trvání exteriérových teplot dochází k základním změnám ve směrnici křivky na intervalu -15 °C ÷ -2 °C, následně se sklon linearizuje. Z tohoto důvodu lze uvažovat optimálně o bivalentním bodu na intervalu -5 °C až 0 °C. Běžná TČ v systému vzduch – voda nedosahují při poklesu exteriérové teploty pod 0 °C teplotní spád na topné vodě blízký k 10 °C. Tyto teplotní spády, pod $\Delta 10$ °C, nelze již na otopné radiátorové soustavě příliš efektivně uvažovat²⁶, nejedná-li se o velkoplošný nízkoteplotní systém. Optimálně požadovaný teplotní spád 10 °C na topné vodě při bivalenci -5 °C je sice u daného objektu reálný, avšak vede k předimenzování TČ na hodnotu přibližně 120 % požadovaného výkonu (při bivalenci -5 °C). Ze shora uvedených důvodů, a s ohledem na parametr $H_T = 297,1$ W/K, navrhuji pro řešený dvougenerační rodinný dům bod bivalence na hodnotě 0 °C. Podíl energetického krytí daného bivalentního bodu – viz. tabulka níže.

²⁵ Zdroj: www.termona.cz.

²⁶ Při nižších exteriérových teplotách.

Tabulka 7 Energetické krytí bivalentních bodů na škále: -10 °C až 5 °C ²⁷

bivalentní bod [°C]	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
Podíl krytí [-]																
při biv.-paral. provozu	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,83	0,77	0,70	0,61
Podíl krytí [-]																
při biv. altern. provozu	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	0,87	0,83	0,78	0,71	0,64	0,55	0,46	0,37	0,28	0,19

5.3.2 Výsledné parametry navrhovaného tepelného čerpadla

Pro bivalentní bod 0°C tvoří tepelná ztráta prostupem tepla do exteriéru a větráním **10,372 kW**.

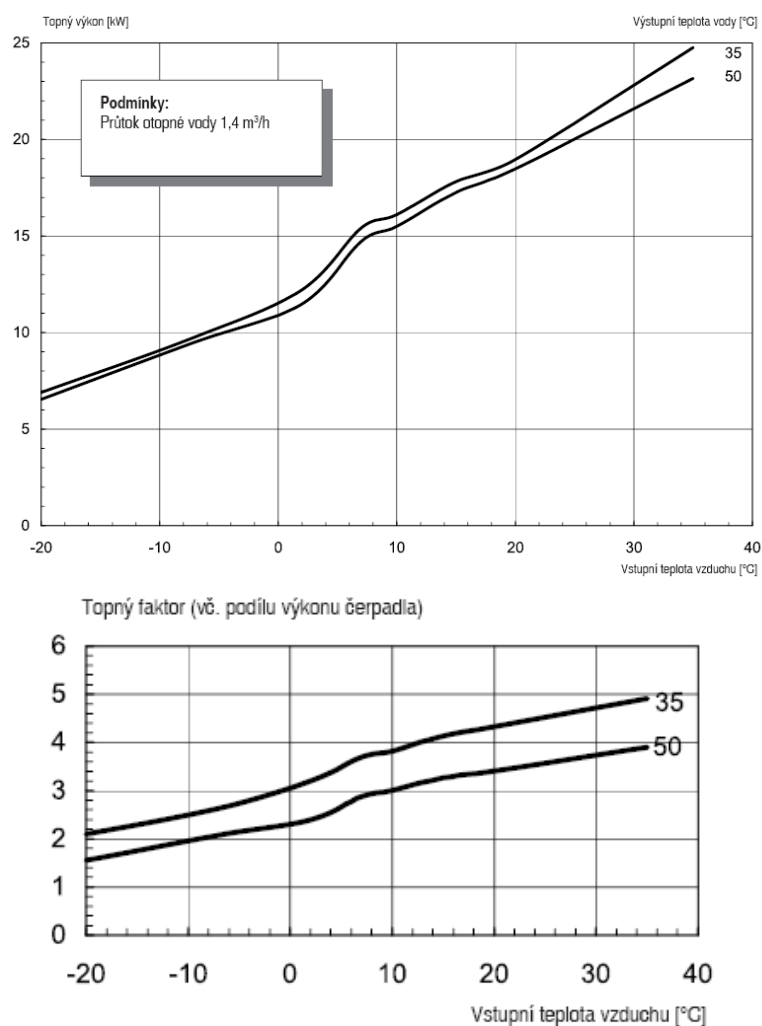
Pro zvolený bivalentní bod ($\theta_e = 0\text{ °C} \rightarrow 10,372\text{ kW}$ – viz. graf č.: 4) navrhuji TČ: **BUDERUS WPL 120 AR** s následujícími základními parametry:

- integrované vnější provedení, krytí: IP 24;
- teplotní rozsah vstupujícího vzduchu: - 25 °C až + 35 °C;
- hladina akustického výkonu: 64 dB;
- hladina akustického výkonu 10 m od výfukové strany: 34 dB;
- průtok vzduchu: 4000 m³/h.Pa
- průtok topné vody při interním tlakovém rozdílu: 1,4 / 4 500 m³/h.Pa
- rozměry: v x š x d: 157 x 155 x 85 cm;
- hmotnost: 240 kg;
- elektrická přípojka: 400/20 V/A, $P_j = 3,81\text{ kW}$, náběhový proud s jemným rozběhem 25 A, jištění motorové 20 A (navrhuji: kabeláž F1-F2-F3-N silový (samostatný): CYKY 4x4 mm², v systému TN-C-S; PE samostatně: CYKY 1x2,5 mm², vedení průchodkou v zemi, uložení typu D).

Situování TČ navrhuji vně 0.1 B na horním dvoře s orientací výdechu do prostoru dvora – viz. *výkres č. 014*. Délka přípojného vedení (v zemi) do cca 5 m. Vliv akustického tlaku na obytné místnosti – eliminován vzdáleností, dispozicí obytných místností a stíněním okolních stavebních konstrukcí. Přímá spojnice k oknu chodby Bytu 1 a Bytu 2 dosahuje 12,6 m – dosažený útlum akustického tlaku: 19 dB.

²⁷ Zdroj: www.buderus.cz.

Graf 4 Výkonová charakteristika a topný faktor navrhovaného TČ²⁸



5.3.3 Návrh sekundárního zdroje, diskuze

Jako sekundární bivalentní zdroj navrhuji kondenzační kotel (PKK) na zemní plyn, pracující na široké škále Wobbeho čísla. Stanovení minimálního výkonu vychází z případné preference jedné z doplňkových funkcí sekundárního zdroje: *záloha – ohřev (příhřev) TUV – pravděpodobnost poklesu interiérové teploty pod návrhovou hodnotu $\theta_e = -15\text{ °C}$.*

Jako pracovní způsoby technologického propojení a vzájemného provozu PKK versus TČ lze uvažovat se **sériovým bivalentním provozem**, popřípadě s částečně sériovým bivalentním provozem. Zcela lze vyloučit: *alternativní bivalentní provoz*, *monoenergetický provoz* a *monovalentní provoz*. Jelikož je uvažováno se začleněním

²⁸ Zdroj: www.buderus.cz.

doplňkového trivalentního zdroje do centrálního systému, je částečně sériový bivalentní provoz nejvhodnější v případě automaticky regulovaného odběru tepla z trivalentního zdroje (současný provoz krbových kamen - viz. kapitola 5.3.5). Tomuto začlenění je taktéž brán zřetel při dimenzování sekundárního zdroje.

Energeticky je nejvýhodnější provoz trivalentního zdroje (KKV) při poklesu θ_e v rozmezí $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \div -15\text{ }^{\circ}\text{C}$, neboť při poklesu exteriérové teploty pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dochází u TČ k poklesu topného faktoru na 1,6 a poklesu výkonu TČ na 8,7 kW. Za těchto podmínek je vhodné využít aktuálního provozu KKV, které společně s PKK zabezpečí dostatečný výkon na pokrytí tepelných ztrát objektu (za předpokladu temperování některých zón). Účelně využívané teplo z KKV tak krátkodobě může vyloučit ze systému provoz TČ a nastavit systém na monoenergetický provoz klasických konvenčních spalovacích zdrojů.

5.3.4 Výsledné parametry navrhovaného sekundárního zdroje

Jako rozhodující faktor volby výkonu PKK je rozdíl tepelných ztrát objektu a výkonu TČ při návrhové θ_e . Pro exteriérovou teplotu $\theta_e = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$, dosahuje tepelná ztráta objektu $Q_{H,K} = 14,75\text{ kW}$, výkon TČ $Q_{TČ,-15} = 7,0\text{ kW}$ (viz. charakteristika).

Minimální požadovaný výkon PKK:

$$Q_{KK,-15} = Q_{H,K} - Q_{TČ,-15} = 14,75 - 7,00 = 7,75\text{ kW} \quad [2]$$

Doporučené naddimenzování sekundárního bivalentního zdroje + 30%:

$$Q_{KK,J,-15} = 1,3 \cdot Q_{KK,-15} = 10,075\text{ kW}.$$

Navrhuji plynový kondenzační kotel **BUDERUS GB112-11**, 11 kW s jedním vstupem a výstupem topné vody a základním integrovaným regulačním systémem.

Kondenzační kotel bude zavěšen na stěně technické místnosti 1.0B a spaliny budou svedeny přes revizní T-kus (rohový) do flexibilního kouřovodu napojeného do nově zbudovaného komínového tělesa (rekonstrukce: R3) s vyvedením nad střechu. Účinná výška komína: 5,3 m. Spalovací vzduch bude přiváděn přes sací mřížku na připojovacím koncentrickém dílu kotle.

Elektrická přípojka: navrhuji samostatnou elektrickou přípojku se selektivním jištěním z podružného rozvaděče místnosti 1.11, parametry: $U = 230 \text{ V}$, $P = 100 \text{ W}$, IP 44, CYKY 3x1,5 mm².

5.3.5 Základní posouzení technické místnosti, kouřovodu, rozvodu ZP ²⁹

Místnost 1.0 B

- Násobek stechiometrického objemu spalovacího vzduchu $n = 1,2$;
- Množství spalovacího vzduchu³⁰: $V_{vh} = 12,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ($0 \text{ }^\circ\text{C}$, $101\,325 \text{ Pa}$);
- Objem místnosti: $0.1A - 0.1B = 38,48 \text{ m}^3$;
- Minimální výměna vzduchu v místnosti: $n (\text{h}^{-1}) = 12,8 / 38,48 = 0,34$ (34 %);
- Větrání místnosti:
 - 1. infiltrací a aerací jednoduchým oknem (770 x 650 mm), délka průvzdušné spáry: 2,84 m;
 - 2. komorovým větráním větracím otvorem: 260 x 240 mm, trvale otevřen – osazen větrací mřížkou: komorový účinek větrání větracího otvoru při $\theta_i = 13^\circ\text{C}$, $\theta_e = -5^\circ\text{C}$, $\Delta\theta = 18^\circ\text{C}$ dosahuje $n = 2,8 \text{ h}^{-1}$.

Požadovaná výměna vzduchu a přívod spalovacího vzduchu v technické místnosti při maximálním výkonu PKK je dostatečně splněn již běžným komorovým větráním.

Odvod kondenzátu není pro danou velikostní třídu PKK, dle normativů, nutno neutralizovat.³¹

Kouřovod

- Množství spalin $V_{sh} = 13,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ($0 \text{ }^\circ\text{C}$, $101\,325 \text{ Pa}$) – stechiometrické, jmenovitá hmotnost průtoku spalin při 100% výkonu: $0,0043 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$;
- Spalovací komora: přetlaková, dopravní tlak ventilátoru přetlaku vzduchu: 25 Pa, pracovní rozsah teploty spalin: $45\text{--}70^\circ\text{C}$, maximální teplota spalin: 90°C ;

²⁹ Uvedené koncepční propočty – shrnutí a volba parametrů dle metodiky v odborné literatuře [2.], [4.] a [17.].

³⁰ Hodnoty určeny propočtem za užití výpočtového pravítka publikace Zemní plyn [2.].

³¹ Vliv Ph kondenzátu PKK je dále eliminován nízkou četností provozu (bivalence – průměrně 50 dnů / rok) a dále ředěním při směšování čerpaných vod z ČJ drenážních systémů.

- Minimální požadovaný průměr komínového průduchu k účinné výšce komína³²
 $D_{\min} = 80 \text{ mm}$, instalovaný DN 150 – požadavek splněn.

Rozvod zemního plynu

- Jmenovitá spotřeba zemního plynu (ZP) pro jmenovitý výkon $V_{ph} = 1,15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$;
- Délka stávajícího přívodu ZP (od HUP do 1.11) $L = 17,5 \text{ m}$;
- Převýšení $h = 3 \text{ m}$;
- $\Delta p_{vzt} = 5 \cdot 3 = 15 \text{ Pa}$;
- Jmenovitý přetlak na začátku úseku: $\Delta p_1 = 2200 \text{ Pa}$;
- Požadovaný tlak u spotřebiče: $\Delta p_2 = 2100 \text{ Pa}$;
- Přípustná tlaková ztráta: $\Delta p = 100 \text{ Pa}$;
- $\Delta p_c = \Delta p + \Delta p_{vzt} = 115 \text{ Pa}$, čemuž odpovídá $D_{\min} = 15 \text{ mm}$ (DN20), stávající vedení DN 40 – stávající vedení ZP vyhovuje nově instalovanému PKK.
- Odvod kondenzátu: flexibilní hadicí do sdruženého odvaděče zaústěného do dvorní kanalizační vpusti.

5.3.6 Doporučující návrh a základní technické posouzení krbových kamen

Řešený objekt je osazen novým vyvložkovaným komínovým tělesem (rekonstrukce: R2) umožňující instalaci lokálního topidla v každé bytové jednotce. Obecně je doporučováno užít lokálních topidel s uzavřenou spalovací podtlakovou komorou³³ (krbová kamna s výměníkem nebo kachlová kamna se samočinným rozvodem teplého vzduchu), přičemž případně osazená lokální topidla mají z energetického hlediska doplňkový charakter a převažuje funkce estetická.

Dle vyjádření investora se trvale uvažuje osazení krbových kamen v místnosti 1.9 Bytu 1. Z důvodu dispoziční blízkosti k technické místnosti navrhuji užít krbových kamen s teplosměnným teplovodním integrovaným výměníkem, který bude v případě provozu

³² Orientační propočet stanoven dle literatury [4.], kapitola 8 – Přibližné stanovení průřezu komínového průduchu – kapitola 8.1 (diagramy).

³³ Nutno respektovat návrh větrání systémem MX ZMV - Inteligentní podtlakový větrací systém bytových domů (autonomní) – viz. kapitola 8.

KKV, v době topné sezóny, předávat systematicky odpadní teplo přes další výměník předávat do centrálního otopného systému.

Jmenovitý doporučený (max.) výkon KKV navrhuji v rozsahu 5 – 8 kW, palivo: dřevo měkké – tvrdé. Doporučuji osazení KKV clonou nebo regulační klapkou na ústí do kouřovodu, spalovací komora uzavřená s nutně řízeným podtlakovým tahem (vzhledem k užitému centrálnímu systému podtlakového větrání). Konečnou volbu typu KKV je vhodné orientovat na spalovací komoru dvoustupňovou s terciárním katalyzačním procesem snižující koncentraci CO ve spalinách.

Teplosměnný výměník bude napojen na cirkulační potrubí uložené ve sdruženém rozvodném kanále v podlaze Bytu 1. Výměník s cirkulačním potrubím bude chráněn proti tepelnému přetížení a korozi ze studena tzv. „celefi“ ventilem, který zabezpečí odpuštění přebytečného objemu, popřípadě ředění chladnou vodou (z trvalé přípojky) při havarijních stavech. Svod z „celefi“ ventilu napojen do sdruženého odvaděče.

Kontrolní propočet kouřovodu

- Optimální tah v sopuchu: $P_{ze} = 10 - 12 \text{ Pa}$;
- Hmotnostní průtok spalin pro dřevo a výkon 8 kW: $m_s = 4,5 \text{ g.s}^{-1}$ při 20,5 % vlhkosti, $m_s = 10 \text{ g.s}^{-1}$ při 4 % vlhkosti.

Hmot. průtok zabezpečen v dostatečné míře instalovaným sopuchem DN 150.³⁴

Vzhledem k dispozici objektu není navrhován samostatný oddílný přívod spalovacího vzduchu do krbových kamen z exteriéru. Spalovací vzduch bude pokryt odběrem z obytné místnosti 1.9, která má zabezpečen přívod vzduchu integrovaným podtlakovým větracím systémem MX ZMV. Místnost je osazena prvky ECA a VSR, viz. *výkres: 035*, které v dostatečném pokryjí přívod spalovacího a hygienického vzduchu, přičemž prvky ECA a VSR jsou schopny reagovat na podtlak vyvozený tahem KKV. Z bezpečnostních důvodů navrhuji osadit místnost 1.9 zdvojeným čidlem CO, které bude logicky provázáno s deskovým počítačem systému MX ZMV, popřípadě inteligenčním systémem budovy. Během provozu KKV musí systém MX ZMV negovat vyvození

³⁴ Orientační propočet stanoven dle literatury [4.], kapitola 8 – Přibližné stanovení průřezu komínového průduchu – kapitola 8.1 (diagramy).

vyššího podtlaku ze strany MVS, než-li vyvozuje provoz KKV (tj. přípustné tlakové poměry prostředí spalovací komory deklarované v technických parametrech KKV).³⁵

Kontrolní propočet místnosti 1.9 k osazení KKV

- Vlhkost paliva – střední, 10 %;
- Výhřevnost $H_v = 15,3 \text{ MJ.kg}^{-1}$;
- Množství paliva: $m_t = P_n / H_v = 8.10^3 / 15,3.10^6 = 1,88 \text{ kg.h}^{-1}$;
- Obvyklá účinnost spalovacího systému: $\eta_{krb} = 0,7$;
- Skutečné množství paliva: $m_n = m_t / \eta_{krb} = 2,57 \text{ kg.h}^{-1}$;
- Teoretická potřeba spalovacího vzduchu při $P_n = 8 \text{ kW}$, $V_{at} = 0,63 \text{ m}^3.\text{kg}^{-1}$,

$$V_{at,s} = V_{at} \cdot m_n = 1,63 \text{ m}^3.\text{h}^{-1};$$

- Skutečná spotřeba vzduchu v rozsahu atmosférického spalovacího procesu v uzavřené spal. komoře ($\lambda = 1,6$): $V_s = \lambda \cdot V_{at,s} = 2,6 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$;
- Místnost 1.9 – objem místnosti: $95,62 \text{ m}^3$;
- Minimální projektovaná výměna vzduchu: $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$, $V_v = 28,686 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$;

Minimální výměna vzduchu obsahuje 9 % požadovaného spalovacího vzduchu, požadavek spalovacího vzduchu a hygienické výměny je splněn.

5.3.7 Návrh otopné soustavy

Vzhledem k tepelně – technickým parametrům posuzované budovy a předpokládanému teplotnímu spádu otopné soustavy navrhuji užít otopných deskových těles s účinkem pasivního konvektoru firmy Buderus, které dosahují dobrých teplosměnných účinků na jednotku teplosměnné plochy. Užitím těchto otopných těles bude minimalizován zábor prostoru v obytných místnostech a s dostatečnou rezervou mohou být aplikována pod okna.

³⁵ Bude řízeno systémem MX ZMV prostřednictvím elektricky ovládaného talířového ventilu v místnosti 1.9. Nebude-li navrhovaný systém větrání v RD aplikován, je nutné zabezpečit přívod spalovacího vzduchu do místnosti 2 integrovanými větracími štěrbinami v okenních rámech s dostatečným koeficientem průvzdušnosti.

Při návrhu rozvodu otopné soustavy byly zvažovány dvě varianty:

1. **varianta:** rozvod v dvoutrubkovém souproudém Tichelmanovým zapojení, které je vhodné pro uzavřené smyčky a vykazuje vyšší míru hydrodynamické stability a dále snižuje celkovou ztrátu systému nižším podílem regulačního škrcení.
2. **varianta:** klasické dvoutrubkové protiproudé zapojení.

Z praktických důvodů spočívajících v menší náchylnosti na havarijní stavy byla zvolena 2. varianta. Komplexní otopná soustava (OS) je provedena v horizontální násobné soustavě v každé bytové jednotce. Soustava je tvořená přívodní větví od zdroje č. 0.1 a dále horizontálními větvemi 1.1, 1.2 pro Byt 1 a 2.1, 2.2 pro Byt 2, který je napájen vertikálním stoupacím rozvodem tvořenou větví 0.2. Výpočtové bilanční schéma se základními parametry OS je na výkrese č. 031.

Teplotní parametry OS jsou navrženy na systém³⁶ **55/45/20 °C**, přičemž teplotní ztráta na rozvodu OS je počítán na 2 °C. Základní parametry:

- Výpočtová teplota otopné vody na vstupu do otopné soustavy $\theta_1 = 55\text{ °C}$
- Výpočtová teplota otopné vody na výstupu z otopné soustavy $\theta_2 = 45\text{ °C}$
- Výpočtová teplota otopné vody na vstupu do otopného tělesa $\theta_{w1} = 54\text{ °C}$
- Výpočtová teplota otopné vody na výstupu z otopného tělesa $\theta_{w2} = 46\text{ °C}$
- Střední teplota otopného tělesa $\theta_w = 50\text{ °C}$
- Teplotní spád otopné soustavy: 10 °C, teplotní spád na otopných tělesech: 8 °C.

Výpočet a návrh jednotlivých topných těles³⁷ (TT) je uveden v příloze č. 5. Návrh horizontálního vedení je vyobrazeno na rozvinutém schématu, výkres č. 032, včetně detailů uložení jednotlivých trubních vedení. Půdorysné situování je znázorněno

³⁶ Teplotní systém OS byl zvolen vzhledem k dosaženým tepelným parametrům objektu RD, kde i přes navržená opatření nebylo dosaženo takového stupně STN, který umožňuje efektivní aplikaci velkoplošných nízkoteplotních otopných systémů a dále vzhledem k aplikovanému TČ, kde max. doporučená výstupní teplota topné vody činí 55 °C.

³⁷ Výpočet jednotlivých topných těles pro každou místnost byl proveden v systému Ztráty a byly implementovány přírážky dle dispozičního a geometrického umístění TT v místnosti.

na generelu nových rozvodů, *výkres č. 033*. Umístění jednotlivých TT po objektu – viz. *výkres č. 034*. Výpočet a návrh dimenze jednotlivých úseků OS byl proveden v tabulkovém editoru a výsledky jsou implementovány do citovaných výkresů. Souhrn hydraulického výpočtu dimenze jednotlivých úseků OS je uveden v příloze č. 6.

5.4 Návrh centrálního technologického rozvodu vytápění

5.4.1 Teoretický stav problematiky

Současné teoretické poznatky implementace TČ do systémů vytápění vycházejí ze základní premisy: TČ je osazováno na novostavby s nízkoenergetickým profilem, obvykle v systému: vzduch – vzduch, země – vzduch, země – voda a je využíváno nízkoteplotních rozvodů velkoplošných topných systémů. Na takto doporučené parametry jsou obvykle typizovány velikostní řady vyráběných TČ, včetně zásobníků energie, a taktéž jsou typizovány systémy zapojení včetně doporučených dimenzí jednotlivých prvků a regulačních systémů.

Problematika osazování TČ do stávajících starších stavebních objektů, které po zateplovacích opatřeních hraničně splňují zákonné požadavky, a kde jsou omezující limity pro aplikaci velkoplošných otopných soustav, je předmětem stálých odborných diskuzí. Je zřejmé, že hlavní problematika tkví v systému bivalentního zapojení, neboť monovalentní systém obvykle nepřichází v úvahu. Diskuze jsou vedeny na téma celkového teplotního spádu otopné soustavy, kterého je dosahováno směřováním a přepouštěním v systému zapojení zdrojů. Tedy je-li vhodné řešit paralelní zapojení TČ a sekundárního zdroje, kdy nedostatečný výkon TČ je doplňován směřováním menšího množství otopné vody o vyšší vstupní teplotě ze sekundárního zdroje a dosažení jmenovité teploty za směšovačem. Nebo, je-li vhodné zapojení sériové, kdy veškerý průtok otopné vody je směřován přes TČ i za bodem bivalence a tepelnou nedostatečnost TČ doplní na jmenovitou teplotu následný sekundární zdroj. Oba popsané systémy musí být vždy opatřeny zabezpečovacím systémem bránící vstupu vratné otopné vody do TČ o vyšší teplotě, což může být způsobeno sekundárním zdrojem.

Aktuálně se objevují názory na kombinaci obou popsaných systémů v zapojení sériově – paralelním, kdy automatická regulace dle teploty vratné vody a dosažitelného teplotního spádu TČ volí optimální zapojení, přičemž přechodná fáze využívá AZ.

5.4.2 *Nástin regulace otopného systému a řízení zdrojů tepelné energie*

S ohledem na charakter objektu a navrhovanému systému vytápění je níže uveden základní navrhovaný princip regulace, který zásadním způsobem ovlivňuje účinnost energetického systému vytápění³⁸. Regulace bude tvořena dvěma stupni: centrální regulací a regulací jednotlivých místností. Alternativně lze uvažovat o zónové regulaci každého bytu, která však v objektech této velikosti není obvyklá.

a) Regulace v jednotlivých místnostech

Bude provedena termostatickými hlavicemi s aktivní regulací dle hodnoty nastavené na termostatu (v referenčním místě) – ovládání bezdrátové, nebo přímo na hlavici. Digitální ovládací termostaty umožňují individuální naprogramování průběhu teploty místnosti v denním – týdenním režimu v hodinových intervalech. Faktická fyzická regulace je na principu kvantitativním škrcením objemového průtoku.

b) Centrální regulace

Centrální regulace bude řídit vzájemný provoz a výkon energetických zdrojů k celkovému pokrytí tepelných ztrát objektu. Regulace bude provádět funkční odezvu vycházející z automatické diagnostiky primárních a sekundárních dat:

- **primární data:** exteriérová teplota a interiérová teplota v reprezentativních místnostech jednotlivých zón;
- **sekundární data:** objemový průtok na vertikálním rozvodu, teplota na vstupu do OS, teplota na výstupu z OS, teplota v akumulčních zásobnících (zásobníku) a pracovní charakteristika jednotlivých zdrojů.

Primární data budou vyhodnocena algoritmem, který bude generovat logický signální výstup řízení výkonnostního provozu TČ a PKK a jejich vzájemného propojení teplonosnou látkou prostřednictvím vícecestných regulačních armatur ovládaných servopohonem na technologickém propojení.

³⁸ Uvedený princip regulace vychází ze zvolených zdrojů energie a jejich konstrukčního řešení: tj. základních integrovaných regulačních jednotek v každém zdroji zabezpečující bezpečný náběh, doběh (vnitřní oběhové čerpadlo) a základní regulaci výkonu; a dále z navrženého systému otopné soustavy a Návrhu centrální technologie vytápění (tj. vzájemného propojení jednotlivých energetických zdrojů) – viz. kapitola 5.4.3.

Logickou osou energetické regulace bude řízení teploty vody v přívodním potrubí (kvalitativní regulace) a to dle venkovní teploty vzduchu – tzv. otopnou křivkou; k jmenovitému teplotnímu spádu otopné soustavy: 55/45°C. Užití termosenzoru v referenčních místnostech umožňuje aplikaci centrální regulace dle otopné křivky na ekvitermní bázi,³⁹ kterou navrhuji se zpětnou vazbou s možností směšování.⁴⁰ Systém automaticky vyhodnotí zpětnou vazbu (zátop, temperování, tepelné zisky) a dle nastaveného režimu koriguje sklon otopné křivky. Ostatní sekundární data - objemové průtoky na vertikálu, teploty na vstupu a výstupu OS atd. slouží: k optimalizaci chodu PKK – v modulačním systému nebo systému zapnuto/vypnuto, modulační regulaci TČ, řízení objemových průtoků mezi TČ/PKK, směšování na výstupech od zdrojů a při řízení směšování na termoakumulaci. Objemový průtok a teplotní spád na vertikálu dostatečně detekuje individuální regulaci v jednotlivých místnostech a zónách (bytových jednotkách) pro optimalizaci centrální regulace.

Centrální regulace dále umožňuje doplňkovou kvantitativní regulaci objemových průtoků (užito jen pro vyvažování, popřípadě pro zónovou regulaci), která bude přednostně řízena plynulou regulací (charakteristikou) oběhových čerpadel a to z důvodu minimalizace škrcení.

Na centrální regulaci bude možné nastavit útlumový provoz celého objektu. Zónovou regulaci je možné aplikovat pouze ručně nastavením termohlavic TT po místnostech, případně samostatnou zónovou regulací, pro kterou je však vhodné zvláštní technologické propojení zdrojů a OS a rozšíření regulačního procesoru. K tomuto účelu alternativně navrhuji rozdílné technologické zapojení otopné soustavy – viz. *výkres č. 038*.

Vlastní provedení regulace bude vestavěno na externí regulační procesor TČ s ovládacím panelem (upevnění na zeď), který je funkční jako skladební regulátor a umožňuje zapojení vnějších regulačních prvků (servopohony, senzory atd.) sekundárních zdrojů a otopné soustavy. Základní řídicí modul bude rozšířen o algoritmus centrální regulace na speciální úrovni – tj. dodavatelsky (specialistou).

³⁹ Regulaci podle zátěže pro řešený objekt nedoporučuji vzhledem ke stavebně – tepelné charakteristice objektu.

⁴⁰ Směšování bude aktivováno jen pro plynulé vyvažování provozu na hraně bivalentního provozu a v režimu zátopovém, útlumovém, při nabíjení nebo vybíjení akumulčního zásobníku a při provozu krbových kamen s teplovodním výměníkem.

c) Zónová regulace

U velikosti řešeného objektu nebývá obvyklé osazovat zónovou regulaci a to především z důvodu pořizovacích nákladů. Vzhledem k individuálnímu charakteru řešeného objektu, tj. sezónní změně užívání objektu v topné sezóně,⁴¹ lze předpokládat četnější temperování 2. bytu a zároveň četnější provozování KKV. V tomto případě budou KKV pro řádné vytápění 1. bytu a temperování ostatních prostor, v převažujícím počtu dnů, dostačující.

Ze shora uvedeného předkládám alternativní návrh Zónové regulace – tj. regulace jednotlivých bytových jednotek. Tato bude funkčně spočívat v nastavení základního vytápěcího režimu k teplotě referenční místnosti dané bytové jednotky, kterou si může uživatel nastavit na ovládacím bezdrátovém panelu u vstupních dveří do bytové jednotky. Při aplikaci zónové regulace doporučuji osadit TT termo-ventily ovládanými centrálně z procesoru zónové regulace bezdrátovým systémem.

Základní režimy nastavení zónového režimu: manuální nastavení teploty zóny, poloautomatické režimy – hodinové teploty v průběhu dne.

Předvolené režimy: temperování nepřetržité, víkendové temperování, týdenní temperování, běžný denní režim, přerušované vytápění s útlumem v prac. době.

Zónovou regulaci, vedle regulace funkčních a ovládacích prvků a nutnosti rozšíření algoritmu v procesní jednotce, je vhodné doplnit speciálním zapojením v technologickém energetickém rozvodu. Pro tento účel navrhuji zvláštní zapojení (viz. výkres č.: 038), které zahrnuje 2 akumulční zásobníky pro účinnější využití energie z KKV (s osazením přepouštěcího ventilu pro nabíjení z KKV bez současné činnosti primárního a sekundárního zdroje) a samostatné rozvody v otopné soustavě pro každou bytovou jednotku (s vlastním oběhovým čerpadlem a čtyřcestnou směšovací armaturou). Jednotlivé topné okruhy budou napájeny z trubkového beztlakového rozvaděče. Zvolený systém zabezpečuje výhodnější hydraulické vyvážení soustavy a hydrodynamickou stabilitu při regulačních zásazích. Z hlediska dimenze potrubí otopné soustavy budou vyžadovány pouze změny na vertikálních rozvodech.

⁴¹ Obyvatelé 2. bytu deklarují převažující pobyt v zimním období na horské chatě.

5.4.3 Návrh centrálního technologického rozvodu tepelné energie

V rámci DP jsou předneseny 3 návrhy rozvodů, které reflektují navržené zdroje energie (včetně alternativních), navržený systém otopné soustavy, regulaci a parametry budovy.

Technologické propojení je neustále podrobováno odborným diskuzím, novým trendům a vyžaduje průnik mnoha vědních disciplín, především z důvodu hydraulické stability systému a jeho regulovatelnosti. Některé snahy o maximální variabilitu, tj. dosažení všech možných kombinací propojení všech zvolených zdrojů a spotřebičů, jsou mnohdy chybné a vedou ke značnému nasazení mnoha regulačních prvků a obtížné regulovatelnosti.

Ze shora uvedeného důvodu je navrženým zapojením zařazen solární systém výhradně na ohřev TUV (viz. kapitola 6) a teplo získané s KKV je převáděno výhradně do otopného systému prostřednictvím spirálového výměníku v akumulární nádrži. Získání tepla z provozu KKV pro ohřev TUV je množné jen nepřímo změnou teplotního spádu na vratném potrubí.

Na výkresech 036 a 037 jsou vyobrazena schémata dvou doporučených variant centrální technologie vytápění a ohřevu TUV a dále alternativní návrh zapojení dle výkresu 038 – pro případnou zónovou regulaci. Návrhy obsahují primární zdroj TČ, sekundární zdroj PKK a trivalentní (nahodile – doplňkový) zdroj KKV. Všechny tyto zdroje jsou součástí otopné soustavy, která je schopna integrované teplo ze zdrojů dodat i k příhřevu TUV. Ohřev TUV je dále řešen samostatným alternativním zdrojem (letní období) - teplotním solárním systémem a doplňkovou elektrickou vložkou (viz. kapitola 6.) V topném období (při poklesu sluneční radiace) přebírá hlavní energetický potenciál ohřevu TUV bivalentní zdroj TČ – PKK. Tento zdroj bude předávat teplo prostřednictvím spirálového trubkového výměníku v nejnižší etáži stratifikačního zásobníkového stojatého ohříváče TUV. Vzhledem k navrhovanému teplotnímu spádu otopné soustavy nezabezpečí tento zdroj požadovanou teplotu na výstupu ze zásobníku TUV a proto dohřev na jmenovitou teplotu 55°C zabezpečí elektrická topná vložka.

Systém taktéž umožňuje přehřátí zásobníkového ohříváče k hygienizaci prostředí (sekundární opatření proti bakterii Legionella Pneumophylis) na teplotu 70 - 80 °C za využití zdroje elektrické topné vložky, nebo samostatného provozu PKK (vyloučení provozu TČ), který je umožněn navrhovaným sériově – paralelním zapojením (viz. níže).

Při teplotní hygienizaci je systém opatřen bezpečnostním směřováním s PV v rámci integrované stratifikačně - cirkulační jednotky TUV. Tato dále zabezpečuje cirkulaci TUV v domovním rozvodu za účelem pohotovostní dodávky TUV a primárnímu opatření proti Legionelle.

Primární zdroj TČ a sekundární zdroj PKK jsou spojeny v systému sériově – paralelním. Provozní zapojení při bivalentním provozu TČ a PKK je však výhradně sériové (zabezpečeno automaticky prostřednictvím vícecestných armatur), s možností kvantitativního řízení objemového průtoku na PKK z TČ. Opačnému sériovému spojení brání zpětný ventil RK1.

Hlavní provozní režimy:

1. *monovalentní provoz*: exteriérová teplota bod bodem bivalence, v provozu jen TČ, PKK automaticky vyřazeno z oběhu teplotnosné látky z důvodu eliminace ztrát sáláním skrze PKK.
2. *bivalentní provoz*: exteriérové teploty nižší než bod bivalence, PKK zahajuje provoz na minimálním startovacím výkonu a TČ snižuje modulací výkon k vyrovnání startovacího výkonu PKK na celkový požadovaný příkon. Není-li výkon TČ dostačující, automaticky je zvyšován modulací výkon PKK, který se stabilizuje na stacionární hodnotě tak, aby TČ mohlo snížit výkon pro regulační rozsah. Tok teplotnosné látky je nastaven sériově, přičemž z vratného potrubí otopné soustavy je nejprve napájeno TČ a z výstupu je napájen plně, nebo částečně (dle nejpříjemnější charakteristiky modulovaného výkonu PKK) plynový kondenzační kotel. Za kondenzačním kotlem dochází ke směřování v pevném bodě.

Sériově – paralelní zapojení teoreticky umožňuje další provozní varianty:

1. ze systému hermeticky vyloučit TČ, nebo
2. soustavu provozovat na vyšší tepelné spády paralelním provozem TČ a PKK a směřováním rozdílných objemových průtoků a energetických hladin na výstupu.⁴²

⁴² Dimenze potrubí a teplosměnných ploch TT tomuto stavu, vzhledem k menším objemovým průtokům, plně vyhoví.

Tak by bylo umožněno posunout horní hranici navrhovaného teplotního spádu při zátoku, za podmínky dodržení spodní hranice na vstupu do TČ. Tento režim však z důvodů nižších objemových průtoků a rizika poškození TČ není v odborné literatuře doporučován.

Navrhované sériově - paralelní zapojení je zvoleno z důvodu možnosti provozovat systém bez TČ a to v těchto případech: v poruchovém stavu TČ; při současném provozu KKV s dodatkovým zdrojem PKK při vytápění jedné bytové jednotky (2. bytová jednotka – temperována), nebo samostatného krátkodobého ohřevu TUV pouze ze strany PKK (hygienizace).

Systém dále umožňuje nabíjet akumulční zásobník na vyšší teploty (především při provozu KKV), než-li jmenovitých 55 °C, a postupným směřováním při vybíjení udržovat jmenovité parametry v otopném okruhu na hodnotě 55/45/25 °C. Varianta 2. a 3. umožňuje cirkulaci teplotnosné látky autonomním způsobem v rámci akumulčních zásobníků a tím maximálně využít přebytekové teplo při spalovacím procesu v KKV a toto následně využít s časovou pomlkou. Navržený systém je vysoce flexibilní, avšak s odpovídajícím stupněm nutnosti provozní a bezpečnostní regulace.

Na výkrese 037 (varianta č. 2) jsou navrhovány 2 AZ (1x300 l: stojatý, s výměníkem od KKV, s regulací průtoku teplotnosné látky; 1x300 l: stojatý, bez výměníku, průtočný), čímž je systém rozšířen o regulačně – hospodárný prvek, který umožňuje využívat energetických rozdílů prostředí v režimu den – noc, akumulovat přebytek při provozu krbových kamen a stabilnějším způsobem řídit účinnost primárního a sekundárního zdroje. Regulovaný AZ, formou směřování, umožňuje řídit pružněji průběh nabíjení a vybíjení (např. režim náběhu systému, vyrovnaní energetických špiček nebo přebytků energie z KKV).

Cirkulační rozvod krbových kamen s výměníkem je samostatný s odděleným oběhovým čerpadlem. Systém je osazen bezpečnostním „celefi“ ventilem a regulační třicíestnou směřovací armaturou (ochrana proti korozi za studena).

Rozvod solárního systému splňuje základní technologické požadavky kladené na běžný rozvod SS a je navrhován v integrovaném regulačním provedení vč. oběhového čerpadla s aplikací rozvodů v provedení TWIN-TUBE.

Stojatý zásobníkový ohřívač TUV je navrhován jako stratifikační, s dvěma vloženými spirálovými výměníky ve stratifikačním provedení tepelně sifonového účinku. Chod cirkulačního čerpadla integrované stratifikačně – cirkulační jednotky je možné programovat na zvolený denní režim. V letním období, kdy není v pohotovosti zdroj TČ nebo PKK, je možné zásobník TUV nabíjet až na teplotu 85 °C, přičemž výstupní teplota 55 °C je zabezpečována směřováním na stratifikačním rozvodu. Tak je zabezpečena dostatečná dodávka TUV v letním období, kdy lze předpokládat větší spotřebu z důvodu návratů obyvatel ze zahradních aktivit.

Návrh technologie centrálního tepelného energetického rozvodu dále obsahuje doporučující osazení základními bezpečnostními a podpůrnými prvky a armaturami⁴³, např.: přepouštěcími ventily oběhových čerpadel, přepouštěcím ventilem rozvaděč – směšovač, přetlakové ventily zásobníků atd. Pro rovnoměrnější rozložení tlakové difference v rozvodném systému jsou jednotlivé spotřebitelské soustavy (otopná soustava, příhřev TUV) osazeny vlastním oběhovým čerpadlem na výtlaku a okruh akumulčních zásobníků v kohezi se zdroji TČ – PKK je osazen jedním oběhovým čerpadlem na vratném potrubí.⁴⁴

⁴³ Přesné stanovení dimenzí regulačních a bezpečnostních prvků není předmětem DP a v případě realizace je v direkci specialisty – dodavatele.

⁴⁴ Teoretický výkon oběhového čerpadla na pokrytí tlakové difference při nejnepríznivějším stavu (plné škrcení termostatickými hlavicemi) je superponován na menší dílčí oběhová čerpadla.

6 Návrh ohřevu TUV

Současný stav ohřevu TUV je pro každou bytovou jednotku řešen samostatně. Byt 1 má zásobní nádrž 160 l ohřívanou plynovým kotlem, v letním období elektrickou vložkou. Byt 2 má situovaný 120 l bojler v koupelně, který zabezpečuje TUV pro koupelnu a kuchyni.

Předkládaný návrh vychází z centralizace ohřevu TUV skrze zásobník TUV s nepřímým ohřevem s lokací v technické místnosti a vybudování nového vertikálního rozvodu s cirkulací ve vybudované stupačce. Přívod ke stupačce z technické místnosti je veden sdruženým rozvodným kanálem v podlaze místnosti 1.09 – viz. *výkres č. 033*. Stávající zařízení ohřevu TUV bude demontováno. Centralizace ohřevu TUV je nezbytná z důvodu využití alternativního zdroje k ohřevu a snížení negativního záboru prostoru stávajícím zásobníkem v koupelně Bytu 2.

6.1 Návrh potřeby TUV a rozvodů TUV

Potřeba vody: dle typologie objektu je max. počet osob 8, skutečný počet osob s výhledem 10 let jsou 4 osoby. Volba: výpočtový EO = 6.

Stanovení stupně nároku potřeby vody – stav: 2 rodiny důchodců – tj. střední nároky: $g_{dp\ TUV} = 20 - 40\ l / \text{den}$:

$$Q_{24} = EO \cdot g_{dp\ TUV} = 6\ os \cdot 40\ l / (os. \text{den}) = 240\ l / \text{den} \quad [3]$$

Nerovnoměrnost odběru – dle doporučené odběrové křivky: Q_{max} situováno od 16 do 20 hod.

Navrhuji stojatý stratifikační zásobníkový ohřívač vody s nepřímým ohřevem se dvěma spirálovými výměníky; doporučený výrobce f. Quantum, typ: Q7 – 300 – ZDV. Základní parametry: 300 l; výška 16820 mm; průměr základny 600 mm; hmotnost prázdného zásobníku $H_m = 120\ kg$; hmotnost plného zásobníku $H_{mc} = 420\ kg$. Horní výměník $S_1 = 1\ m^2$ (pro vyšší střední teplotu od solárního systému); dolní zásobník $S_2 = 1,5\ m^2$ (pro nižší střední teplotu na jmenovitý teplotní spád bivalentního zdroje TČ-PKK).

Rozvod: DN 25, PN 10, materiál rozvodu jak pro PV, celoizolované rozvody včetně cirkulačního rozvodu.

6.2 Návrh ohřevu TUV

Vstupní shrnutí parametrů:

- Dodávka tepla pro ohřev TUV: $E_d = V \cdot c \cdot \Delta t = 15\,700,5 \text{ W.h}$;
- Průměrný teoretický příkon v denním režimu: $Q = E_d / 24 = 654,19 \text{ W}$;
- Tepelný příkon pro odběrovou špičku: $E_{02}(20) = 66\%$, $E_d \cdot 0,66 = 10\,362,33 \text{ W.h}$ (nabití zásobníku);
- Nejrychlejší ohřev od 16 – 20 hod, tj. 4 hod.;
- Počáteční teplota ve vybitém zásobníku: 18°C ; je vyžadováno $E_t = 12\,909 \text{ W.h}$ na plné dobití;
- $Q_t = E_t / 4 = 3228 = 3,25 \text{ kW}$ – potřebný odběr výkonu primárního nebo sekundárního zdroje ohřevu TUV v době od 16 do 20 hod. při dobíjení zásobníku z výchozí teploty 18°C (horší varianta) – viz. odběrová křivka $E_{02}(20) = 66\%$.

6.2.1 Návrh solárního systému

V rámci kompatibility regulačních systémů již navržených primárních a sekundárních zdrojů navrhuji SS užít od téže firmy.

Základní rekapitulace:

- Potřeba tepla pro ohřev TUV: $E_d = V \cdot c \cdot \Delta t = 15\,700,5 \text{ W.h}$;
- Maximální příkon pro nabíjení zásobníku na odběrovou špičku: $Q_t = 3,25 \text{ kW}$;
- Elektrická vložka (viz. kapitola 6.2.2): $Q_E = 1,35 \text{ kW}$;

Navrhuji: **vysoce výkonný vakuový svislý kolektor Buderus LAGASO SKS 4.0 – S.**

Orientace střechy JIH, odchylka na západ 10° , sklon střechy 19° - není uvažována zvláštní konstrukce pro zlepšení sklonu kolektoru k využití účinku tep. zisku z radiace. Sněhová oblast: nevyžaduje zvláštní opatření pro kotvení do střechy.

Obrázek 11 Korekční faktor kolektoru LAGASO SKS 4.0 ⁴⁵

úhel sklonu	Korekční faktory při odchylce směřování kolektorů od jižní orientace												
	odchylka na západ o						jih	odchylka na východ o					
	90°	75°	60°	45°	30°	15°	0°	-15°	-30°	-45°	-60°	-75°	-90°
60°	1,26	1,19	1,13	1,09	1,06	1,05	1,05	1,06	1,09	1,13	1,19	1,26	1,34
55°	1,24	1,17	1,12	1,08	1,05	1,03	1,03	1,05	1,07	1,12	1,17	1,24	1,32
50°	1,23	1,16	1,10	1,06	1,03	1,02	1,01	1,04	1,06	1,10	1,16	1,22	1,30
45°	1,21	1,15	1,09	1,05	1,02	1,01	1,00	1,02	1,04	1,08	1,14	1,20	1,28
40°	1,20	1,14	1,09	1,05	1,02	1,01	1,00	1,02	1,04	1,08	1,13	1,19	1,26
35°	1,20	1,14	1,09	1,05	1,02	1,01	1,01	1,02	1,04	1,08	1,12	1,18	1,25
30°	1,19	1,14	1,09	1,06	1,03	1,02	1,01	1,03	1,05	1,08	1,13	1,18	1,24
25°	1,19	1,14	1,10	1,07	1,04	1,03	1,03	1,04	1,06	1,09	1,13	1,17	1,22

Korekční faktor 1,1; 4 osoby, nároky na TUV – střední; výpočtově 2,2 kolektoru, voleny: **3 ks** kolektoru.

Osazení kolektoru: v jedné řadě, svisle, vedle sebe. Potřeba místa na střešní ploše: svisle: 3,49 m, vodorovně 6,26 m.

Tlaková ztráta 3 kolektorů v řadě: 32 mbar na 50 l.h⁻¹. Celkový objem systému $V_{\text{celk}} = 27$ l, dle nomogramu f. BUDERUS minimální jmenovitý objem expanzní nádoby SS: 10 l, doporučený typ: MA6 – 18.

Osazení systémem na střechu – viz. *výkres č. 11, 14*.

6.2.2 Návrh elektrické vložky

- Návrh elektrické přídatné ohřívací vložky: $Q_E = 2 \cdot Q = 1308,38$ W;
- Návrhové parametry elektrické vložky: **P = 1350 W**, U = 230 V;
- Napájení: vzhledem k malému příkonu možno ze zásuvkového okruhu, přednostně však doporučuji samostatným okruhem se selektivním jištěním, vedení CYKY 3x1,5 mm², TN-C-S, jištění 10 A.

⁴⁵ Zdroj: www.buderus.cz.

7 Domovní čistírna odpadních vod

Současný stav odkanalizování objektu vnitřními kanalizačními svody je vyhovující a nevykazuje detekované závady. Vzhledem k výškovému situování spodního dvora je tento odvodněn skrze kanalizační vpust' do domovních svodů v podlaze Bytu 1, což je méně obvyklé řešení, avšak k velikosti odvodňované plochy bez nutnosti zvláštního tech. řešení. Zásadní nevýhodou současného řešení je nedostatečný objem jímky k vyvážení, jejíž objem je dále snižován právě shora popsáním zaústěním povrchového odvodnění spodního dvora.

Z tohoto důvodu výhledově navrhuji (v případě v budoucnu prováděných úprav podlahových konstrukcí Bytu 1) provést novou souběžnou vnitřní kanalizaci k oddělení stokování domovních odpadních vod a dešťových odpadních vod – viz. *výkres č. 033*. Dešťové odpadní svody budou napojeny na stávající přípojku k obecní dešťové gravitační kanalizaci, popřípadě k akumulaci do akumulační nádrže, která by byla adaptována ze současné jímky v případě vybudování domovní čistírny odpadních vod (DČOV).

Stávající jímku k vyvážení navrhuji nahradit DČOV, která v dostatečné účinnosti zabezpečí čistící efekt na parametry přípustné k vypouštění čištěných odpadních vod do recipientu. Čištěné odpadní vody budou vypouštěny skrze stávající obecní dešťovou kanalizaci. Vzhledem k této skutečnosti bude vyžadováno povolení provozovatele kanalizace (obec Lukovany), který musí k vodoprávnímu projednání předložit požadovaný stav současné stokové soustavy (zejména proti ohrožení průsaku do spodních vod), deklarovat nové parametry vypouštěného znečištění do recipientu a prokázat negaci hydraulického přetížení stokové sítě napojením dodatečného zdroje odpadních vod. Vzhledem k značnému výskytu balastních vod v současné dešťové kanalizaci však nejsou očekávány zásadní problémy, neboť vysoký koeficient ředění je na stranu bezpečnosti.

Povolení provozu DČOV může být teoreticky ztíženo recipientem, kterým je málo vodný Lukovanský potok a lze předpokládat, že vodoprávní orgán na základě směšovací rovnice může zpřísnit limity pro vypouštění do recipientu. Velikost DČOV a vypouštěného reziduálního znečištění je však k velikosti obce nicotné. Případný provoz DČOV by ztratil efektivitu, při případném požadavku terciárního stupně, který je na malých ČOV obtížně provozovatelný. Je nutné konstatovat, že vypouštěné čištěné

odpadní vody budou značně ředěny balastními vodami. Jejich prokazování však bývá velmi nákladné v poměru k pořizovacím nákladům DČOV.

Základní návrh parametrů DČOV:

- Počet EO: 4 – 8 osob, volím $n = 6$ EO; $q_{dp} = 160$ l/d;

Hydraulické zatížení biologické části DČOV:

- $Q_{24} = n \cdot q_{dp} = 960$ l/d = $0,96$ m³/d;
- Koeficient denní nerovnoměrnosti: $k_d = 1,5$;
- $Q_{24,max} = Q_{24} \cdot k_d = 1,44$ m³/d;
- Koeficient hodinové nerovnoměrnosti: $k_h = 7,2$;
- $Q_{h,max} = (Q_{24,max} \cdot k_h)/24 = 0,432$ m³/h = 432 l/h = $0,12$ l/s;
- $Q_{h,min} = 0$ m³/h;

Obvyklé látkové zatížení:

- pH = 6,5 – 8,0, teplota 12 – 16 °C;
- PL (pevné látky): $1\,200$ g.m⁻³
- NL (nerozpuštěné látky): 480 g.m⁻³
- RL (rozpuštěné látky): 800 g.m⁻³
- CHSK 750 g.m⁻³
- BSK₅ 350 g.m⁻³
- N_{celk} 60 g.m⁻³
- P_{celk} 20 g.m⁻³

Navrhované parametry na odtoku z DČO dle platného Nařízení vlády:

- BSK₅ 8 mg/l
- CHSK_{Mn} 20 mg/l
- N-NO₂ $0,05$ mg/l
- N-NO₃ 11 mg/l
- P_{celk} $0,4$ mg/l

Shora uvedené parametry musí být garantovány na odtoku v průměrném denním stáčeném vzorku. Těchto parametrů lze na běžně dostupné technologii DČOV dosáhnout, avšak ke značnému kolísání hydraulického zatížení malých ČOV vyžaduje provoz DČOV pravidelnou kontrolu a údržbu. V případě osazení je vhodné dobudovat oddílnou domovní kanalizaci na svod povrchových vod ze spodního dvora, neboť v opačném případě bude docházet k hydraulickému přetěžování biologického reaktoru a taktéž k biologickému neodtěžování aktivního kalu. Tyto skutečnosti vedou k výraznému zhoršení čistícího účinku až k odumření mikroflóry aktivovaného kalu, tj. havarijnímu stavu (tvorba pěn, geneze zápachu atd.)

Navrhuji domovní čistírnu f. ECOFLUID – typu MicroClar, nebo firmy EKOCIS – typu EK-S-8.

Elektrická přípojka: příkon 0,9 k.W.h/den, napájení 230 V, přípojka CYKY 3x1,5 mm², v chrániče PE – flexibilní, vedení zemí, uložení typu D, jištění 6 A.

Objem DČOV $V = 1,33 \text{ m}^3$, skladební rozměry: D 1 300 mm, h 1 500 mm, nátok DN 100, výtok DN 150.

8 Větrání

V souvislosti s komplexní výměnou transparentních konstrukcí, které svými průvzdušnými vlastnostmi zabezpečovaly přirozené větrání infiltrací a exfiltrací, je nutné provést opatření vedoucí k zabezpečení hygienicky požadované výměně vzduchu. Dodatečným vnějším kontaktním zateplením systémem ETICS se výrazně zlepšil faktor povrchových teplot konstrukcí a není zásadní předpoklad k povrchové kondenzaci. Návrh větrání proto zásadně vychází z požadavků hygienických. Vzhledem k finančním možnostem investora, a navrhovanému systému vytápění, není navrhováno zpětné získávání tepla rekuperací. Nicméně z obrázku č. 7 je patrné, že podíl na tepelných ztrátách větráním je značný. Z tohoto důvodu je vhodné do budoucna uvažovat o osazení rekuperační jednotky. V tomto výhledu bylo pojato i navrhované řešení, kdy lze do navrhovaného podtlakového systému v půdních prostorách osadit rekuperační zařízení. Odvod tepelného zisku lze mj. provést teplovodním vedením do centrální energetické technologie vytápění. Toto zařízení je méně obvyklé a nákladnější, nicméně náklady spojené s případnou instalací rozvodů vzduchu při aplikaci rekuperace vzduch – vzduch budou v tomto případě taktéž velmi nákladné a především mohou esteticky narušit pohledovou část interiéru.

V objektu je navrhován inteligentní systém větrání MX ZMV, kde hlavní ventilátory pro každý byt (budou vytvořeny autonomní odvětrávané zóny), budou osazeny do stávajících průduchů odvětrání koupelen a WC. Tyto průduchy budou rozšířeny frézováním – viz. kapitola 3.2, rekonstrukce R8. Ventilátory budou uváděny v provoz a regulaci dle nastaveného režimu a signálů ze senzorů koncentrací RV a CO₂. Přepouštěcími ventily a přívodními prvky, jakož i samoregulačními okenními prvky, bude možné regulovat vstup čerstvého vzduchu do dané místnosti. Při podtlakovém provozu tak lze vyloučit větrání neobývané a nezatěžované místnosti.

Navržené větrání využívá jádrové dispozice bytových jednotek: přívodní vzduch je nasáván v místnostech s obvodovými zdmi a skrze přepouštěcí prvky a infiltraci interiérových dveří je již předeřtý přepouštěn k jádru (koupelna, WC), kde je odtahován do vertikálního odsávacího potrubí systému MX ZMV. V místech s největším vývinem odérů a vlhkosti je tak zabezpečen odtah do exteriéru, přičemž do oblasti s nejvyšší

návrhovou interiérovou teplotou (koupelna 24°C) vstupuje vzduch již přehřátý z okolního prostředí.

V souvislosti s „jádrovým“ efektem nebylo navrhováno systémové vytápění WC a koupelen, neboť tyto jsou dostatečně tepelně pokryty z okolního prostředí. Místnosti byly v tepelném výpočtu zadány jako nevytápěné s tepelným ziskem z okolního prostoru, který byl takto dimenzován. Koupelny jsou osazeny infrazářičem pro případ krátkodobé potřeby zvýšení interiérové teploty.

Kuchyně jsou osazeny digestoří s vnitřní filtrační cirkulací a jako prostory s vyšší expozicí RV jsou osazeny jak přírodním prvkem čerstvého vzduchu, tak přepouštěcím ventilem z vedlejší místnosti. Obývací pokoje jsou osazeny samostatným talířovým ventilem, čímž jsou bytové zóny děleny na další autonomní subzóny a tak odděleny prostory s kuchyní, WC a koupelnou a prostory s pobytovým klidovým režimem a případným provozem krbových kamen.

Provoz jednotlivých zón může být výrazně narušen v případě otevřených dveří mezi zónami, tuto skutečnost je vhodné zohlednit osazením dveřních čidel mezi zónami 1,2,3 kdy při jejich otevření dojde k vypnutí systému a to k zamezení nežádoucího úniku tepla. Negativní vliv otevřených dveří mezi subzónami jednotlivých bytů není zásadní.

Komplexní návrh větrání a osazení prvků systému MX ZMV – viz. *výkres číslo 035*.

9 TZB

V rámci rekonstrukčních úprav navrhuji využít vhodnou orientaci sedlové střechy orientované do dvorního traktu - strana jih, a osadit zde dva tubusové zalomené světlovody k dennímu osvětlení neosvětlitelných prostor Bytu 2 – tj. koupelna a WC. Dispozice osazení a detail instalace na střešní konstrukci viz. *výkresy číslo: 011, 014*.

Výhledově lze uvažovat se záměrem o komplexnějším využití střešní plochy orientované na J a JV: jsou zde k dispozici plochy se sklonem 7°, 15° a 19°. Další dispoziční střešní plochy jsou na stodole, která navazuje na horní dvůr. Plochy sedlové střechy jsou orientovány na JV a JZ, sklon 28°. Tyto plochy lze využít pro aplikaci fotovoltaických systémů.

V koncepčním návrhu je zvažováno využívání užitkové vody ke splachování WC a zálivce na dvorním traktu. K tomuto účelu navrhuji vybudovat podzemní zásobník užitkové vody na horním dvoře: a to prefabrikovaný žebrovaný plastový zásobník, do kterého budou zaústěny dešťové svody z okolních střech a stodoly a dále zaústěný výtlak čerpání z ČJ drenážního odvodnění sklepa. V koncepčním návrhu je užitková voda rozvedena domovním rozvodem ke splachování WC – viz. *výkres číslo: 033*.

Podzemní zásobník užitkové vody musí být osazen aktivním filtračním zařízením proti pevným nečistotám s kapacitní regenerací proti hrubým nečistotám (listí).

Osazení integrovaných inteligentních prvků není vzhledem k sociálnímu charakteru současných obyvatel (investora) – starobní důchodci (s výhledem na cca 20 let) - uvažováno a proto není účelně v rámci DP řešeno. Dílčím způsobem lze uvažovat o ovládání energetického systému skrze internet nebo mobilního operátora (řízení režimu vytápění: zátap) a osazení zabezpečovacího systému, zejména dvorního traktu a zabezpečení opuštěného objektu. Vyšší kvalitativní a kvantitativní návrhy inteligentního systému jsou vzhledem k povaze obyvatel spíše příliš negativně technicistní.

10 Závěr

Z předložených návrhů je nutno shrnout ty základní, které plní primární cíl této práce a to: navrhnout takové rekonstrukční úpravy, které povedou ke snížení energetické náročnosti budovy.

Z předložených návrhů jsou proto stěžejní rekonstrukce s označením R4, R5 a R6, které zahrnují dodatečné vnější kontaktní zateplení obvodového pláště a zateplení střechy a stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou, tzv. sanační střechou. Toto opatření je nezbytné pro další návrh a to vytápění a dimenze zdrojů. Bez těchto provedených úprav nelze efektivně kalkulovat s návrhem tepelného čerpadla.

Navrhované zateplení lze realizovat etapovitě, tj. bez nutnosti provázanosti jiných návrhů, jako je adaptace sýpky na „amatérský ateliér“. Nicméně je vhodné, nejen z ekonomických důvodů, spojit realizaci kontaktního zateplení se sanačními opatřeními některých vad a poruch, které přímo prostorově navazují na konstrukce zateplované. Neodstranění některých detekovaných poruch přímo snižuje efekt prováděného zateplení, jedná se zejména o snížení expozice exteriérové povrchové vody, která zatéká k patě svislých konstrukcí. Sanační opatření spočívající v budování drenážního systému – drénu, je navrženo tak, že obsahuje dodatečné zateplení svislé konstrukce pod úrovní terénu.

Navržený systém vytápění plně respektuje navržené stavebně – technická opatření, tzn. že dimenze energetických zdrojů a otopné soustavy je navržena na nové tepelně – technické parametry budovy. Tím bylo docíleno snahy implementovat do systému alternativní zdroj energie, v tomto případě tepelné čerpadlo systému vzduch – voda, včetně využití tepla z krbových kamen, které v dnešní době plní především estetickou funkci.

Navrženým opatřením bylo dosaženo STN 96 %, přičemž původní hodnota oscilovala okolo hodnoty 210 %. Tím je dosaženo téměř 50% zlepšení stavu i přes skutečnost, že hodnota STN je téměř hraniční ke splnění normativního požadavku.

V rámci koncepčního návrhu byly zakresleny rozvody otopné soustavy do stádia, ze kterého je možné realizovat tvorbu prováděcí dokumentace.

Provedené návrhy věcně akceptují stávající limity, včetně ekonomických možností investora. Jako koncepční návrhy jsou pojaty návrhy domácí čistírny odpadních vod, podzemního zásobníku dešťové vody a zalomených tubusových světlovodů.

Předkládaná práce tak splňuje primární cíl a zároveň je souborem řady dílčích stavebně – technických návrhů a opatření, které jsou invenčně charakteristické při provádění projekčních procesů v oblasti renovace a adaptace starší, zejména rurální a poválečné, bytové zástavby.

Závěrem bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce, panu docentovi Ing. Jaroslavu Kubovi, CSc a to zejména za trpělivost a dostatečný časový prostor při tvorbě této práce, který je nezbytný u studenta kombinované formy studia.

11 Seznam použité literatury a pramenů

Literatura

- [1.] BALÍK M.: *Odvhlčování staveb*. Grada, Praha 2007.
- [2.] FÍK J.: *Zemní plyn*. ČSTZ, Praha 2006.
- [3.] GEBAUER G. a kol.: *Vzduchotechnika*. Era, Brno 2007.
- [4.] JELÍNEK V., VANKO R.: *Komínová technika*. KOMTE, Praha 2000.
- [5.] JELÍNEK V.: *Technická zařízení Budov, Podklady pro projekty*. ČVUT – FAST, Praha 2006.
- [6.] KLAUS D.: *Technika Budov. Příručka pro architekty a projektanty*. Jaga, Bratislava 2003.
- [7.] MARKOVÁ L.: *Technická zařízení budov: Umělé osvětlení, elektrorozvody, hromosvody*. ČVUT – FAST, Praha 2002.
- [8.] NEUMAN D., WEINBRENNER V.: *Stavební konstrukce I*. Jaga, Bratislava 2005.
- [9.] NEUMAN D., WEINBRENNER V.: *Stavební konstrukce II*. Jaga, Bratislava 2006.
- [10.] MATŠKA T.: *Solární tepelné soustavy*. STP, Praha 2009.
- [11.] PETRÁŠ D. a kol.: *Vytápění rodinných a bytových domů*. JAGA, Bratislava 2005.
- [12.] PETRÁŠ D. a kol.: *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. Jaga, Bratislava 2008.
- [13.] PLCH J. a kol.: *Osvětlení nesovětlitelných prostor*. Era, Brno 2004.
- [14.] ŠÁLA J. a kol.: *Tepelná ochrana budov – komentář k ČSN 73 0540*. ČKAIT, Praha 2008.

- [15.] ŠUBRT R.: *Katalog tepelných mostů, 1 – Běžné detaily*. Energy Consulting, s.r.o., České Budějovice 2008.
- [16.] VRÁNA. J.: *Technická zařízení budov v praxi*. Grada, Praha 2007.
- [17.] VALENT V. a kol.: *Topenářská příručka 3*. ČSTZ, Praha 2007.
- [18.] VAVERKA J. a kol.: *Stavební tepelná technika a energetika budov*. VUTIUM, Brno 2006.

WWW zdroje

www.tzb-info.tzb

www.buderus.cz

www.quantum.cz

www.termona.cz

www.velux.cz

12 Rejstříky

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 ZÁKLADNÍ KONCEPCE DODATEČNÉHO ZATEPLENÍ SOKLU	15
OBRÁZEK 2 MODELOVÁNÍ PRŮBĚHU TEPLoty A VLHKOSTI V NAVRHOVANÉ KONCEPCI	15
OBRÁZEK 3 BALKÓN - BALKÓNOVÁ ŘÍMSA (STÁVAJÍCÍ STAV) – PRŮBĚH TEPLITNÍHO POLE	19
OBRÁZEK 4 BALKÓN – BALKÓNOVÁ ŘÍMSA (NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ) – PRŮBĚH TEPLITNÍHO POLE	19
OBRÁZEK 5 BALKÓN - BALKÓNOVÁ ŘÍMSA (STÁVAJÍCÍ STAV) – REDISTRIBUCE RELATIVNÍ VLHKOSTI.....	20
OBRÁZEK 6 BALKÓN - BALKÓNOVÁ ŘÍMSA (NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ) – REDISTRIBUCE RELATIVNÍ VLHKOSTI..	20
OBRÁZEK 7 PŮVODNÍ KCE – MINERÁLNÍ IZOLACE TL. 40 MEZI KROKVEMI – TEPLITNÍ POLE	32
OBRÁZEK 8 PŮVODNÍ KCE – MINERÁLNÍ IZOLACE TL. 40 MEZI KROKVEMI – REDISTRIBUCE RELATIVNÍ VLHKOSTI.....	32
OBRÁZEK 9 ZATEPLENÁ KCE – MINERÁLNÍ IZOLACE TL. 160 MEZI KROKVEMI + ROOFMATE TG 60 NAD KROKVEMI – TEPLITNÍ POLE	33
OBRÁZEK 10 ZATEPLENÁ KCE – MINERÁLNÍ IZOLACE TL. 160 MEZI KROKVEMI + ROOFMATE TG 60 NAD KROKVEMI – REDISTRIBUCE RELATIVNÍ VLHKOSTI	33
OBRÁZEK 11 KOREKČNÍ FAKTOR KOLEKTORU LAGASO SKS 4.0	61

Seznam tabulek

TABULKA 1 TEPELNĚ-TECHNICKÉ POSOUZENÍ: OBVODOVÁ ZEĎ CP 300	17
TABULKA 2 TEPELNĚ-TECHNICKÉ POSOUZENÍ: STROP POD BALKÓNEM	18
TABULKA 3 TEPELNĚ-TECHNICKÉ POSOUZENÍ TEPELNÉ VAZBY BALKÓNOVÉ ŘÍMSY	18
TABULKA 4 PŘEHLED KONSTRUKCÍ OBÁLKY A ZÁKLADNÍCH VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ	30
TABULKA 5 PŘEHLED INTERIÉROVÝCH KONSTRUKCÍ	31
TABULKA 6 POROVNÁNÍ PARAMETRŮ OBÁLKY: PŘED – PO, KONTAKTNÍM ZATEPLENÍ	36
TABULKA 7 ENERGETICKÉ KRYTÍ BIVALETNÍCH BODŮ NA ŠKÁLE: -10 °C AŽ 5 °C	43

Seznam grafů

GRAF 1 ROZVRŽENÍ TEPELNÝCH ZTRÁT OBJEKTU	35
GRAF 2 CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY OBÁLKY PO ZATEPLENÍ / PŘED ZATEPLENÍM.....	37
GRAF 3 OBVYKLÉ ROZVRŽENÍ POČTU DNŮ V ROCE S DANOU A NIŽŠÍ TEPLITOU	42
GRAF 4 VÝKONOVÁ CHARAKTERISTIKA A TOPNÝ FAKTOR NAVRHOVANÉHO TČ	44

13 Seznam výkresů

Číslo výkresu	Název výkresu	Měřítko	Formát
001	Situace	1:500	A3
002	Stávající stav, poruchy Přízemí – Byt I	1:50	A1
003	Stávající stav, poruchy Patro – Byt II	1:50	A1
004	Stávající stav, poruchy Řez A-A	1:50	A2
005	Stávající stav, poruchy Řez B-B	1:50	A2
006	Stávající stav, poruchy Řez C-C; Sklep - Sýpka	1:50	A2
007	Stávající stav, poruchy Řez D-D; Sklep – Sýpka	1:50	A2
008	Komplexní návrh: Sanace-rekonstrukce; Přízemí-Byt I	1:50	A1
009	Komplexní návrh: Sanace-rekonstrukce; Patro-Byt II	1:50	A1
010	Komplexní návrh: Sanace-rekonstrukce; Řez A-A	1:50	A2
011	Komplexní návrh: Sanace-rekonstrukce; Řez B-B	1:50/1:10	A2
012	Komplexní návrh: Sanace-rekonstrukce; Řez C-C	1:50	A3
013	Komplexní návrh: Sanace-rekonstrukce; Řez D-D	1:50	A2
014	Pohledy – ze dvora, Adaptace sýpky na ateliér	1:50	A2
015	Adaptace A2 – krov, Pultová střecha	1:50	A3
016-019	R E Z E R V A - neobsazeno		
020	Skladba dodatečného ETICS: Obecné řezy detailů	1:10/1:5	A2
021	Sanace S1, Infúzní clona	1:10	A3

022	Detail provedení S2 Dvůr 0.2: sokl, drán, plošná dlažba	1:10	A2
023	Detail provedení S3 Pojezdová plocha: drén, sokl	(1:10)	A3
024	Detail provedení S4 Zateplení – odvodnění balkónu	1:10	A3
025	Detail provedení S5 Sklep: reko. podlahy, odvodnění	1:10	A3
026-029	R E Z E R V A - neobsazeno		
030	Výpočtové schéma, Zonace a systémová hranice	(2:150)	A3
031	Schéma otopné soustavy Výpočtově-bilanční schéma	N	A3
032	Rozvinuté schéma OT Dispoziční	N	A3
033	Generel nových rozvodů Schéma půdorysné	1:50	A1
034	Otopná soustava Situování otopných těles	1:50	A1
035	Schéma větrání Osazení systému DCV, senzory	(2:150)	A3
036	Generel tepelných rozvodů, Bivalentní zdroj – varianta 1	N	A3
037	Generel tepelných rozvodů, Bivalentní zdroj – varianta 2	N	A3
038	Generel tepelných rozvodů, Bivalentní zdroj – varianta 3	N	A3

PŘÍLOHY

Příloha 1

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2008

Název úlohy : **Stěna 680: zdivo smíšené zateplené**
Zpracovatel : Bc. Petr Bulíček DiS.
Zakázka : DP FAST VŠB 2009
Datum : 25.03.2010

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Smíšené zdivo	0.6800	0.8500	980.0	2250.0	17.0	0.0000
3	Omítka perlito	0.0220	0.1800	850.0	500.0	15.0	0.0000
4	Baumit lep. st	0.0120	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
5	Rigips EPS 100	0.1000	0.0370	1270.0	20.0	70.0	0.0000
6	Omítka ETICS s	0.0050	0.7000	840.0	1750.0	150.0	0.0000

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Směrnice K	u _{23/80} [%]	W _c [kg/m ²]	W _m [kg/m ²]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
2	Smíšené zdivo	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
3	Omítka perlito	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
4	Baumit lep. st	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
5	Rigips EPS 100	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
6	Omítka ETICS s	0.00	0.00	0.00	0.00	NE

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T _{ai} [C]	R _{Hi} [%]	P _i [Pa]	T _e [C]	R _{He} [%]	P _e [Pa]
1	31	21.0	42.9	1066.3	-2.5	81.3	403.2
2	28	21.0	46.0	1143.4	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	48.1	1195.6	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	52.4	1302.4	9.0	76.8	881.2
5	31	21.0	58.6	1456.6	13.9	73.6	1168.3
6	30	21.0	63.5	1578.3	17.0	70.9	1373.1
7	31	21.0	66.0	1640.5	18.5	69.3	1475.1

8	31	21.0	65.4	1625.6	18.1	69.8	1448.9
9	30	21.0	59.2	1471.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	21.0	52.5	1304.9	9.1	76.7	886.1
11	30	21.0	48.0	1193.1	3.5	79.3	622.3
12	31	21.0	45.6	1133.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.66 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.26 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_pT : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* : 24795.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 4.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.72 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.937

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m			
1	11.2	0.585	7.9	0.443	19.5	0.937	47.0
2	12.3	0.591	8.9	0.434	19.7	0.937	50.0
3	13.0	0.533	9.6	0.338	19.9	0.937	51.4
4	14.3	0.441	10.9	0.157	20.2	0.937	54.9
5	16.0	0.300	12.6	-----	20.6	0.937	60.2
6	17.3	0.073	13.8	-----	20.7	0.937	64.5
7	17.9	-----	14.4	-----	20.8	0.937	66.6
8	17.8	-----	14.3	-----	20.8	0.937	66.1
9	16.2	0.282	12.7	-----	20.6	0.937	60.8
10	14.3	0.439	10.9	0.153	20.2	0.937	55.0
11	12.9	0.540	9.6	0.347	19.9	0.937	51.4
12	12.2	0.591	8.8	0.436	19.6	0.937	49.6

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	18.7	18.6	11.3	10.2	10.0	-14.6	-14.6
p [Pa]:	1367	1350	658	638	602	183	138
p _{sat} [Pa]:	2158	2140	1338	1243	1231	171	170

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m]		Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.8290	0.8290	3.285E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a}$: 0.002 kg/m²,rok
Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 2.174 kg/m²,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

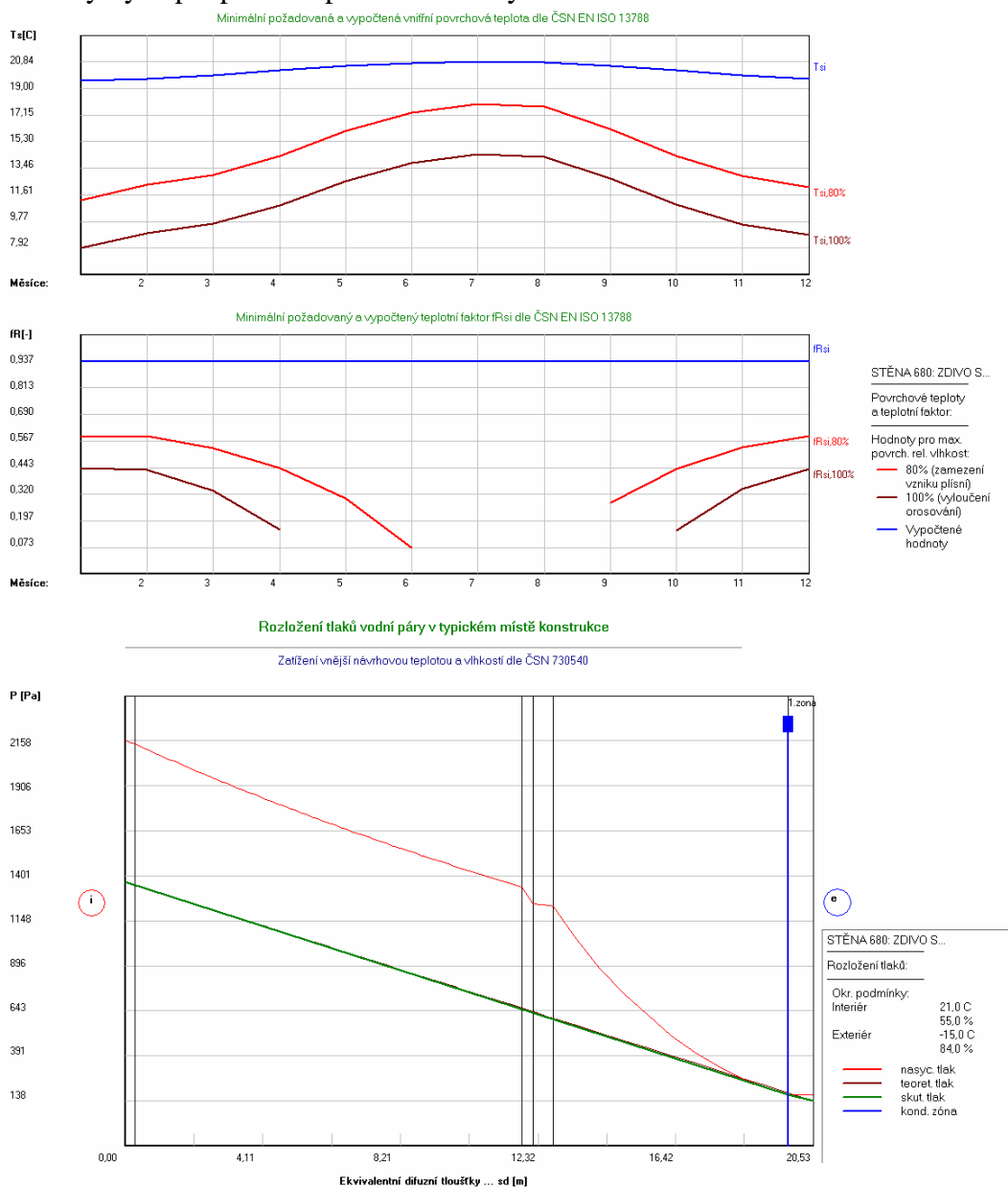
Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2008

Grafický výstup tepelného posouzení stěny:



Příloha 2

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2008

Název úlohy : **Stěna 430: zdivo smíšené zateplené**
Zpracovatel : Bc. Petr Bulíček DiS.
Zakázka : DP FAST VŠB 2009
Datum : 25.03.2010

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Smíšené zdivo	0.4300	0.8500	980.0	2250.0	17.0	0.0000
3	Omítka perlito	0.0220	0.1800	850.0	500.0	15.0	0.0000
4	Baumit lep. st	0.0120	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
5	Rigips EPS 100	0.1000	0.0370	1270.0	20.0	70.0	0.0000
6	Omítka ETICS s	0.0050	0.7000	840.0	1750.0	150.0	0.0000

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Směrnice K	u,23/80 [%]	W,c[kg/m2]	W,m[kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
2	Smíšené zdivo	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
3	Omítka perlito	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
4	Baumit lep. st	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
5	Rigips EPS 100	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
6	Omítka ETICS s	0.00	0.00	0.00	0.00	NE

Okrajové podmínky výpočtu :

Teplotní odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Teplotní odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	42.9	1066.3	-2.5	81.3	403.2
2	28	21.0	46.0	1143.4	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	48.1	1195.6	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	52.4	1302.4	9.0	76.8	881.2
5	31	21.0	58.6	1456.6	13.9	73.6	1168.3
6	30	21.0	63.5	1578.3	17.0	70.9	1373.1
7	31	21.0	66.0	1640.5	18.5	69.3	1475.1
8	31	21.0	65.4	1625.6	18.1	69.8	1448.9

9	30	21.0	59.2	1471.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	21.0	52.5	1304.9	9.1	76.7	886.1
11	30	21.0	48.0	1193.1	3.5	79.3	622.3
12	31	21.0	45.6	1133.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 3.37 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.28 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.30 / 0.33 / 0.38 / 0.48 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 8.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* : 2185.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 19.5 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.54 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.932

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	11.2	0.585	7.9	0.443	19.4	0.932	47.4
2	12.3	0.591	8.9	0.434	19.5	0.932	50.3
3	13.0	0.533	9.6	0.338	19.8	0.932	51.7
4	14.3	0.441	10.9	0.157	20.2	0.932	55.1
5	16.0	0.300	12.6	-----	20.5	0.932	60.4
6	17.3	0.073	13.8	-----	20.7	0.932	64.6
7	17.9	-----	14.4	-----	20.8	0.932	66.7
8	17.8	-----	14.3	-----	20.8	0.932	66.2
9	16.2	0.282	12.7	-----	20.5	0.932	60.9
10	14.3	0.439	10.9	0.153	20.2	0.932	55.2
11	12.9	0.540	9.6	0.347	19.8	0.932	51.7
12	12.2	0.591	8.8	0.436	19.5	0.932	50.0

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	18.5	18.4	13.4	12.2	12.1	-14.5	-14.6
p [Pa]:	1367	1346	794	769	723	195	138
p _{sat} [Pa]:	2134	2114	1538	1421	1408	172	171

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.5701	0.5790	6.529E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.004 kg/m²,rok

Množství vypařitelné vodní páry $M_{ev,a}$: 1.809 kg/m²,rok
 Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

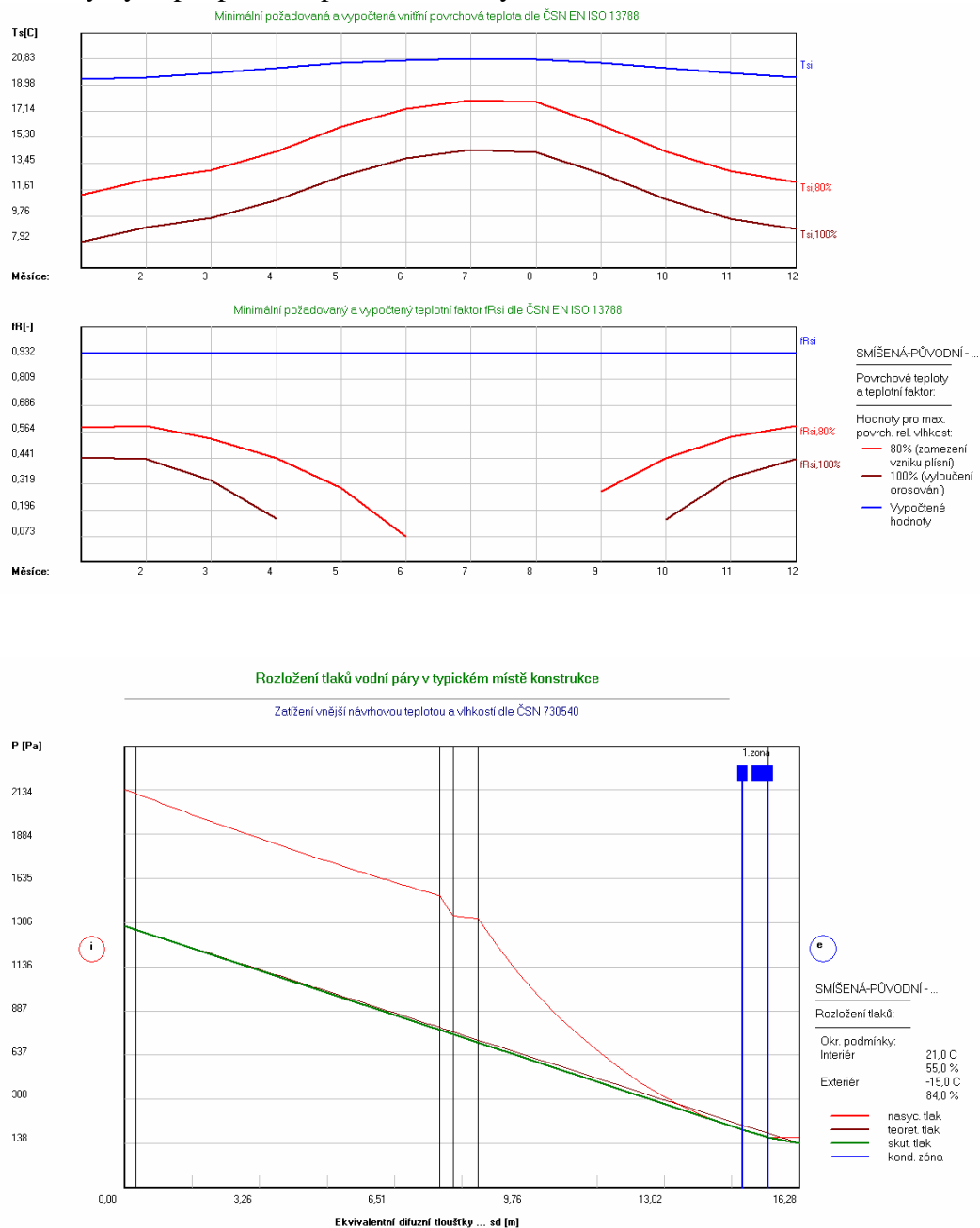
Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2008

Grafický výstup tepelného posouzení stěny:



Příloha 3

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2008

Název úlohy : **Stěna 430: zdivo smíšené - nezateplené**
Zpracovatel : Bc. Petr Bulíček
Zakázka : DP FAST 2009
Datum : 25.03.2010

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0.0150	0.9900	790.0	2000.0	19.0	0.0000
2	Smíšené zdivo	0.4300	0.8500	980.0	2250.0	17.0	0.0000
3	Omítka perlito	0.0220	0.1800	850.0	500.0	15.0	0.0000

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Směrnice K	u,23/80 [%]	W,c[kg/m2]	W,m[kg/m2]	Redistribuce
1	Omítka vápenoc	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
2	Smíšené zdivo	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
3	Omítka perlito	0.00	0.00	0.00	0.00	NE

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	42.9	1066.3	-2.5	81.3	403.2
2	28	21.0	46.0	1143.4	-0.3	80.5	479.4
3	31	21.0	48.1	1195.6	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	52.4	1302.4	9.0	76.8	881.2
5	31	21.0	58.6	1456.6	13.9	73.6	1168.3
6	30	21.0	63.5	1578.3	17.0	70.9	1373.1
7	31	21.0	66.0	1640.5	18.5	69.3	1475.1
8	31	21.0	65.4	1625.6	18.1	69.8	1448.9
9	30	21.0	59.2	1471.5	14.3	73.3	1194.1
10	31	21.0	52.5	1304.9	9.1	76.7	886.1
11	30	21.0	48.0	1193.1	3.5	79.3	622.3
12	31	21.0	45.6	1133.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 0.64 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.23 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 1.25 / 1.28 / 1.33 / 1.43 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.2E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce N_y* : 153.1
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 17.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 11.36 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.732

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% ----- T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	----- 100% ----- T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	11.2	0.585	7.9	0.443	14.7	0.732	63.8
2	12.3	0.591	8.9	0.434	15.3	0.732	65.8
3	13.0	0.533	9.6	0.338	16.4	0.732	64.2
4	14.3	0.441	10.9	0.157	17.8	0.732	64.0
5	16.0	0.300	12.6	-----	19.1	0.732	65.9
6	17.3	0.073	13.8	-----	19.9	0.732	67.8
7	17.9	-----	14.4	-----	20.3	0.732	68.8
8	17.8	-----	14.3	-----	20.2	0.732	68.6
9	16.2	0.282	12.7	-----	19.2	0.732	66.2
10	14.3	0.439	10.9	0.153	17.8	0.732	64.0
11	12.9	0.540	9.6	0.347	16.3	0.732	64.4
12	12.2	0.591	8.8	0.436	15.2	0.732	65.6

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	11.4	10.8	-8.7	-13.5
p [Pa]:	1367	1323	190	138
p _{sat} [Pa]:	1343	1292	290	190

Při venkovní návrhové teplotě dochází k povrchové kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
	levá	pravá	
1	0.0000	0.2223	4.144E-0006

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 3.370 kg/m²,rok
Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 2.037 kg/m²,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

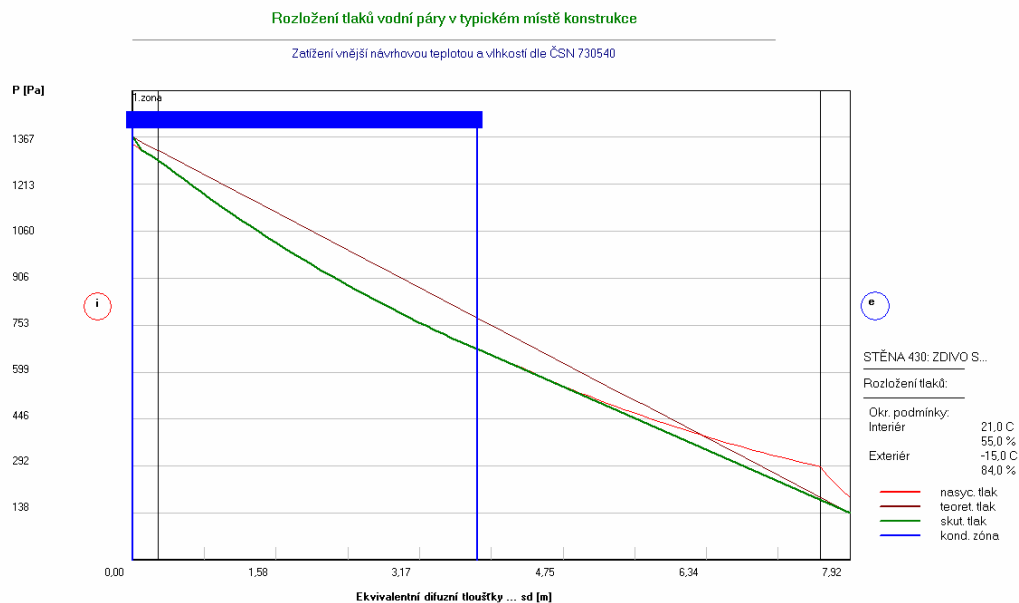
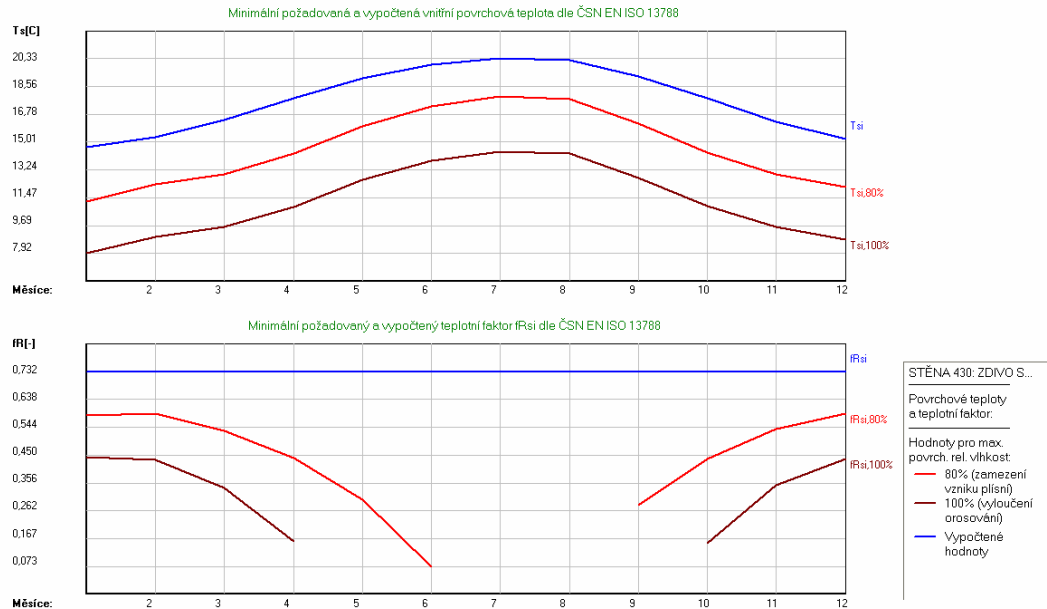
Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2008

Grafický výstup tepelného posouzení stěny:



Příloha 4

POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Denostupňová metoda v úpravě dle Ing. D. Ptákové, VVI 1998

Rekapitulace vstupních dat:

Celková tepelná ztráta budovy:	14,75 kW
Délka otopného období ve dnech:	263
Návrhová vnitřní teplota:	20,0 C
Prům. vnitřní teplota během otop. období:	19,0 C
Návrhová venkovní teplota:	-15,0 C
Prům. vnější teplota během otop. období:	5,1 C
Součinitel vlivu nesoučasnosti:	0,75
Součinitel vlivu režimu vytápění:	0,84
Součinitel vlivu zvýšení vnitřní teploty:	1,0
Typ vytápěcího zařízení:	otopná tělesa, ak.topidla s nuceným výdejem tepla
Regulační zařízení:	ústřední aut.regulace podle počasí a času a aut.individ.regulace
Účinnost topného zdroje:	0,83
Účinnost rozvodů:	0,95
Typ paliva:	zemní nebo naftový plyn (33,40 MJ/m3)

Výsledky výpočtu:

Roční spotřeba tepla na vytápění:	19797,32 kWh
Roční spotřeba paliva:	2706,0 m3

Příloha 5

NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES PRO ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ

podle ČSN 061102

Název úlohy : Návrh místností a OT
Zakázka : DP FAST VŠB 2009
Zpracovatel : Bc. Petr Bulíček DiS
Datum : 25.03.2010
Varianta :

REKAPITULACE ZADÁNÍ:

Označ. NP/č.m.	Název místnosti	Ztráta Qc [W]	Typ tělesa	Požad. výkon [W]	Tw1/Tw2 [C]	Umístění tělesa
1/1	1.7	902	1.typ 2.typ	902 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
1/2	1.8	819	1.typ 2.typ	819 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
1/3	1.3	1186	1.typ 2.typ	1186 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
1/4	N - 1.4	36	1.typ 2.typ	36 2. typ tělesa není navrhován.	90/70	pod oknem
1/5	1.5	387	1.typ 2.typ	387 2. typ tělesa není navrhován.	90/70	pod oknem
1/6	1.6	560	1.typ 2.typ	560 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
1/7	1.9	1684	1.typ 2.typ	1010 674	54/46 54/46	pod oknem pod oknem
1/8	1.10	851	1.typ 2.typ	851 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
1/9	1.1-2.1	3187	1.typ 2.typ	1912 1275	54/46 54/46	vedle okna pod oknem
2/1	2.7	1157	1.typ 2.typ	1157 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
2/2	2.6	945	1.typ 2.typ	945 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
2/3	2.2	722	1.typ 2.typ	361 361	54/46 54/46	proti oknu pod oknem
2/4	N - 2.3	32	1.typ 2.typ	32 2. typ tělesa není navrhován.	90/70	pod oknem
2/5	2.4	434	1.typ 2.typ	434 2. typ tělesa není navrhován.	90/70	pod oknem
2/6	2.5	658	1.typ 2.typ	658 2. typ tělesa není navrhován.	54/46	pod oknem
2/7	2.8	1704	1.typ 2.typ	1022 682	54/46 54/46	pod oknem pod oknem
2/8	2.9	859	1.typ	859	54/46	pod oknem

2.typ

2. typ tělesa není navrhován.

VÝSLEDKY NÁVRHU:

Označ. NP/č.m.	Název místnosti	Těleso	Počet kusů	% z Qc
1/1	1.7	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 33 (600/900 Výška/Délka: 600/900 mm Skut.výkon: 903 W	1x	100%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
		Součet:		100%
1/2	1.8	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 21 (600/140 Výška/Délka: 600/1400 mm Skut.výkon: 922 W	1x	113%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
		Součet:		113%
1/3	1.3	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 11 (600/120 Výška/Délka: 600/1200 mm Skut.výkon: 652 W	2x	110%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
		Součet:		110%
1/4	N - 1.4	Těleso nelze určit: nedostatečné zadání.		
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
		Součet:		0%
1/5	1.5	Těleso nelze určit: nedostatečné zadání.		
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
		Součet:		0%
1/6	1.6	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 21 (600/120 Výška/Délka: 600/1200 mm Skut.výkon: 632 W	1x	113%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
		Součet:		113%
1/7	1.9	Název: BUDERUS Logatrend Plan Typ 33 (400/1200) Výška/Délka: 400/1200 mm Skut.výkon: 1022 W	1x	61%
		Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (300/140 Výška/Délka: 300/1400 mm Skut.výkon: 732 W	1x	43%
		Součet:		104%
1/8	1.10	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (600/120 Výška/Délka: 600/1200 mm Skut.výkon: 964 W	1x	113%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
		Součet:		113%
1/9	1.1-2.1	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (900/140		

		Výška/Délka: 900/1400 mm Skut.výkon: 1998 W	1x	63%
		Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (400/160 Výška/Délka: 400/1600 mm Skut.výkon: 1281 W	1x	40%
			Součet:	103%
2/1	2.7	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (600/140 Výška/Délka: 600/1400 mm Skut.výkon: 1249 W	1x	108%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
			Součet:	108%
2/2	2.6	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (600/120 Výška/Délka: 600/1200 mm Skut.výkon: 1071 W	1x	113%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
			Součet:	113%
2/3	2.2	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 11 (600/800 Výška/Délka: 600/800 mm Skut.výkon: 391 W	1x	54%
		Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (300/700 Výška/Délka: 300/700 mm Skut.výkon: 398 W	1x	55%
			Součet:	109%
2/4	N - 2.3	Těleso nelze určit: nedostatečné zadání.		
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
			Součet:	0%
2/5	2.4	Těleso nelze určit: nedostatečné zadání.		
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
			Součet:	0%
2/6	2.5	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 11 (600/140 Výška/Délka: 600/1400 mm Skut.výkon: 700 W	1x	106%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		
			Součet:	106%
2/7	2.8	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (300/200 Výška/Délka: 300/2000 mm Skut.výkon: 1046 W	1x	61%
		Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (300/140 Výška/Délka: 300/1400 mm Skut.výkon: 732 W	1x	43%
			Součet:	104%
2/8	2.9	Název: BUDERUS Logatrend Profil Typ 22 (500/120 Výška/Délka: 500/1200 mm Skut.výkon: 931 W	1x	108%
		2. typ tělesa nebyl navrhován.		

Součet: 108%

TABULKA TĚLES:

Označení tělesa	Výška [mm]	Délka [mm]	Počet čl.	Označ. NP/č.m.	Počet kusů
BUDERUS Logatrend Profil Typ 33	600	900	--	1/1	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 21	600	1400	--	1/2	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 11	600	1200	--	1/3	2
				Celkem kusů:	2
BUDERUS Logatrend Profil Typ 21	600	1200	--	1/6	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Plan Typ 33 (4	400	1200	--	1/7	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	300	1400	--	1/7	1
				2/7	1
				Celkem kusů:	2
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	600	1200	--	1/8	1
				2/2	1
				Celkem kusů:	2
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	900	1400	--	1/9	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	400	1600	--	1/9	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	600	1400	--	2/1	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 11	600	800	--	2/3	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	300	700	--	2/3	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 11	600	1400	--	2/6	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	300	2000	--	2/7	1
				Celkem kusů:	1
BUDERUS Logatrend Profil Typ 22	500	1200	--	2/8	1
				Celkem kusů:	1

Příloha 6 - Hydraulický výpočet otopné soustavy

HYDRAULICKÝ NÁVRH VĚTVE OTOP. SOUSTAVY

Teplota vstupní vody (°C) = 55

teplota vratné vody (°C) = 45

Výškový rozdíl mezi OT a zdrojem h=

3 [m]

Rozlišení druhu otopné soustavy (P, N)

n [-]

Započitatelnost přirozeného vztahu (P=1, N<=1)

0,55 [-]

Tlak způsobený samotíží:

 $p_s = g \cdot h \cdot (\rho_z - \rho_p) = 121,25$ [Pa]střední hodnota rychlosti pro určení λ $v_{str} = 0,6$ [m.s⁻¹] $v_{opt} = 0,5$ [m.s⁻¹]

Tlak způsobený čerpadlem:

 $p_c = 6500,00$ [Pa] V_{opt} - doporučené optimum pro malé otopné soustavy

Celkový tlak soustavy :

 $p_{celk} = 6566,688$ [Pa]

Hydraulická drsnost potrubí

k = 0,0015 [mm]

ocelové bezešvé trubky = 0,05 - 0,1 mm

plastové a měděné potr.=0,001 - 0,002 mm

Hustota vody pro střední teplotu

 $\rho = 988,24$ [kg.m⁻³] $t_{es} = 50$ [°C]

Kinematická viskozita pro stř. teplotu

 $\nu = 5,53E-07$ [m².s⁻¹]

Tabulka použitelných průměrů potrubí

10	25	50	80
15	32	60	90
20	40	70	

Výpočtová tabulka

Z výpočtového schématu						Výpočtové hodnoty						
číslo	Množství tepla	Průtok	Délka úseku	Doporučené	Výpočtové	Měrná ztráta	Rychlost	Místní odpory + armatury	Z	R.I	Celkové ztráty	Prvky okruhu řazené v nejdelší hydraulické větvi
č.	Q kW	m kg/h	l m	DN mm	DN mm	R Pa/m	w m/s ²	$\sum \xi$ -	Pa	Pa	R.I+Z Pa	

Tlaková ztráta předřazených okruhů $p_{pře} = 0$ [Pa]Měrné tření $R_{přd} = p_{celk} / 1,5 \cdot \sum l = 230,4101$ [Pa.m⁻¹]

Číslo větve č. 0.2

Celková délka h. okruhu $\sum l = 19$ [m]

Celkové ztráty

max. h. okruhu p= 2066 [Pa]

Celkový tlak na okruh $p = p_{cel} - p_{pře} = 6566,6884$ [Pa]

Okruh :

Rozdíl [Pa] 4501 VYHOVUJE

34P	15,18	1 305,31	9,5	25,4	40	25,88	0,29	19,00	787,17	245,83	1 033,00	x
34Z	15,18	1 305,31	9,5	25,4	40	25,88	0,29	19,00	787,17	245,83	1 033,00	x

Celková instalační délka: 19 [m]

Celkový instalovaný výkon: 15,18 [kW]

Celkový průtok: 1 305,31 [kg/h]

Instalovaný tlak oběhového čerpadla: 6 500,00 [Pa]

Tlaková ztráta na předřazených okruzích: 0 [Pa]

Tlaková ztráta na paralelním okruhu: 0 [Pa]

HYDRAULICKÝ NÁVRH VĚTVE OTOP. SOUSTAVY

Teplota vstupní vody ($^{\circ}\text{C}$) = teplota vratné vody ($^{\circ}\text{C}$) =
 Výškový rozdíl mezi OT a zdrojem $h =$ [m]
 Rozlišení druhu otopné soustavy (P, N) [-]
 Započitatelnost přirozeného vztahu ($P=1$, $N \leq 1$) [-]
 Tlak způsobený samotíží: $p_s = g \cdot h \cdot (\rho_z - \rho_p) =$ [Pa]
 Tlak způsobený čerpadlem: $p_e =$ [Pa]
 Celkový tlak soustavy : $p_{\text{celk}} =$ [Pa]
 Střední hodnota rychlosti pro určení λ
 $v_{\text{stř}} =$ [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 $v_{\text{opt}} =$ [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]
 V_{opt} - doporučené optimum pro malé otopné soustavy
 Hydraulická drsnost potrubí $k =$ [mm]
 ocelové bezešvé trubky $= 0,05 - 0,1$ mm
 plastové a měděné potr. $= 0,001 - 0,002$ mm
 Hustota vody pro střední teplotu $\rho =$ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
 Kinematická viskozita pro stř. teplotu $\nu =$ [$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$]
 $t_{\text{es}} =$ [$^{\circ}\text{C}$]

Tabulka použitelných průměrů potrubí			
10	25	50	80
15	32	60	90
20	40	70	

Výpočtová tabulka

Z výpočtového schématu						Výpočtové hodnoty						Prvky okruhu řazené v nejdelší hydraulické větvi
číslo	Množství tepla	Průtok	Délka úseku	Doporučené	Výpočtové	Měrná ztráta	Rychlost	Místní odpory + armatury			Celkové ztráty	
č.	Q kW	m kg/h	l m	DN mm	DN mm	R Pa/m	w m/s^2	$\sum \xi$ -	Z Pa	R.l Pa	R.l+Z Pa	
Tlaková ztráta předřazených okruhů $p_{\text{pře}} =$ <input type="text" value="2066"/> [Pa] Měrné tření $R_{\text{ptd}} = p_{\text{celk}} / (1,5 \cdot \sum l) =$ <input type="text" value="643,793"/> [$\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$] Číslo větve č. <input type="text" value="0.2"/> Celková délka h. okruhu $\sum l =$ <input type="text" value="6,8"/> [m]						Celkové ztráty $\sum p =$ <input type="text" value="1022"/> [Pa] max. h. okruhu $p =$ <input type="text" value="4500,6884"/> [Pa] Celkový tlak na okruh $p = p_{\text{celk}} - p_{\text{pře}} =$ <input type="text" value="4500,6884"/> [Pa] Okruh : <input type="text" value="VYHOVUJE"/> Rozdíl [Pa] 3479						
17P	7,266	624,79	3,4	15,7	32	20,72	0,22	19,00	440,30	70,45	510,76	x
17Z	7,266	624,79	3,4	15,7	32	20,72	0,22	19,00	440,30	70,45	510,76	x

Celková instalační délka: [m]
 Celkový instalovaný výkon: [kW]
 Celkový průtok: [kg/h]

Instalovaný tlak oběhového čerpadla: [Pa]
 Tlaková ztráta na předřazených okruzích: [Pa]
 Tlaková ztráta na paralelním okruhu: [Pa]

HYDRAULICKÝ NÁVRH VĚTVE OTOP. SOUSTAVY

Teplota vstupní vody ($^{\circ}\text{C}$) = teplota vratné vody ($^{\circ}\text{C}$) =
 Výškový rozdíl mezi OT a zdrojem h = [m]
 Rozlišení druhu otopné soustavy (P, N) [-]
 Započitatelnost přirozeného vztla (P=1, N<=1) [-]
 Tlak způsobený samotíží: $p_s = g \cdot h \cdot (\rho_z - \rho_p) =$ [Pa] střední hodnota rychlosti pro určení λ
 $v_{stř} =$ [m.s⁻¹]
 $v_{opt} =$ [m.s⁻¹]
 Tlak způsobený čerpadlem: $p_c =$ [Pa] V_{opt} - doporučené optimum pro malé otopné soustavy
 Celkový tlak soustavy: $p_{celk} =$ [Pa]

Hydraulická drsnost potrubí $k =$ [mm]
 ocelové bezešvé trubky = 0,05 - 0,1 mm
 plastové a měděné potr. = 0,001 - 0,002 mm
 Hustota vody pro střední teplotu $\rho =$ [kg.m⁻³]
 Kinematická viskozita pro stř. teplotu $\nu =$ [m².s⁻¹]

Tabulka použitelných průměrů potrubí

10	25	50	80
15	32	60	90
20	40	70	

$t_{es} =$ [$^{\circ}\text{C}$]

Výpočtová tabulka

Z výpočtového schématu								Výpočtové hodnoty				Prvky okruhu řazené nejdeší hydraulické
číslo	Množství tepla	Průtok	Délka úseku	Doporučené	Výpočtové	Měrná ztráta	Rychlost	Místní odpory + armatury			Celkové ztráty	
č.	Q kW	m kg/h	l m	DN mm	DN mm	R Pa/m	w m/s ²	Σξ -	Z Pa	R.l Pa	R.l+Z Pa	
Tlaková ztráta předřazených okruhů $p_{pre}=2066$ [Pa]								Celkové ztráty v 3819 [Pa]				
Měrné tření $R_{přd}=p_{celk}/1,5 \cdot \Sigma l=114,005$ [Pa . m ⁻¹]								max. h. okruhu $p=$ 4500,6884 [Pa]				
Číslo větve č. 1.1								Celkový tlak na okruh $p=p_{cel}-p_{pre}=4500,6884$ [Pa]				
Celková délka h. okruhu $\Sigma l=38,4$ [m]								Okruh : VYHOVUJE				
								Rozdíl [Pa] 682				
18P	0,819	70,42	3,9	9,8	15	17,35	0,11	37,00	225,64	67,65	293,29	x
18Z	0,819	70,42	3,5	9,8	15	17,35	0,11	28,00	170,75	60,71	231,46	x
19P	0,902	77,56	1	10,2	15	20,46	0,12	26,50	196,02	20,46	216,48	
19Z	0,902	77,56	0,6	10,2	15	20,46	0,12	23,00	170,13	12,28	182,41	
20P	1,721	147,99	3,8	13,0	20	15,95	0,13	25,50	217,27	60,60	277,86	x
20Z	1,721	147,99	3,8	13,0	20	15,95	0,13	33,00	281,17	60,60	341,76	x
21P	1,912	164,41	1,6	13,5	15	74,37	0,26	27,00	897,39	118,99	1 016,39	
21Z	1,912	164,41	1,1	13,5	15	74,37	0,26	14,50	481,93	81,81	563,74	
22P	3,633	312,40	4,1	17,1	25	20,10	0,18	23,00	357,69	82,43	440,12	x
22Z	3,633	312,40	4,1	17,1	25	20,10	0,18	17,50	272,16	82,43	354,59	x
23P	0,593	50,99	1,1	8,7	12	28,58	0,13	18,50	144,40	31,44	175,83	
23Z	0,593	50,99	0,8	8,7	12	28,58	0,13	16,00	124,89	22,86	147,75	
24P	0,593	50,99	2	8,7	12	28,58	0,13	18,50	144,40	57,16	201,55	
24Z	0,593	50,99	1,6	8,7	12	28,58	0,13	16,00	124,89	45,72	170,61	
25P	1,186	101,98	1,9	11,3	15	32,71	0,16	23,00	294,13	62,15	356,28	
25Z	1,186	101,98	1,9	11,3	15	32,71	0,16	22,00	281,34	62,15	343,49	
26P	4,819	414,38	3,3	19,0	25	32,75	0,24	23,00	629,35	108,08	737,43	x
26Z	4,819	414,38	3,3	19,0	25	32,75	0,24	23,00	629,35	108,08	737,43	x
27P	1,01	86,85	1,2	10,6	12	71,17	0,22	17,50	396,25	85,40	481,65	
27Z	1,01	86,85	0,7	10,6	12	71,17	0,22	15,50	350,96	49,82	400,78	
28P	5,829	501,23	4,3	20,4	32	14,15	0,18	9,50	141,68	60,85	202,54	x
28Z	5,829	501,23	4,3	20,4	32	14,15	0,18	9,50	141,68	60,85	202,54	x

Celková instalační délka: [m]
 Celkový instalovaný výkon: [kW]
 Celkový průtok: [kg/h]

Instalovaný tlak oběhového čerpadla: [Pa]
 Tlaková ztráta na předřazených okruzích: [Pa]
 Tlaková ztráta na paralelním okruhu: [Pa]

 Prvky okruhu řazené v
nejdelší hydraulické větvi

HYDRAULICKÝ NÁVRH VĚTVE OTOP. SOUSTAVY

Teplota vstupní vody ($^{\circ}\text{C}$) = 55

teplota vratné vody (°C) = 45

Výškový rozdíl mezi OT a zdrojem $h =$

3 [m]

Rozlišení druhu otopné soustavy (P, N)

	n	[-]
--	---	-------

Započitatelnost přirozeného vztlaku ($P=1$, $N \leq 1$)

0,55	[-]
------	-------

Tlak způsobený samotíží:

$$p_s = g \cdot h \cdot (\rho_z - \rho_p) = 121,25 \text{ [Pa]}$$

střední hodnota rychlosti pro určení λ

$$V_{\text{stř}} = \boxed{0,6} \text{ [m.s}^{-1} \text{]}$$
$$V_{\text{opt}} = 0,5 \text{ [m.s}^{-1} \text{]}$$

Tlak způsobený čerpadlem:

$p_{\tilde{c}} = 6500.00 \text{ [Pa]}$

Vopt - doporučené optimum pro malé otopné soustavy

Celkový tlak soustavy :

$p_{\text{celk}} = 6566,688 \text{ [Pa]}$

Hydraulická drsnost potrubí $k = 0,0015 \text{ [mm]}$

ocelové bezešvé trubky = 0,05 - 0,1 mm

plastové a měděné potr.=0,001 - 0,002 mm

Hustota vody pro střední teplotu $\rho = [\text{kg.m}^{-3}]$

$\rho = [\text{kg.m}^{-3}]$ 988,24

Kinematická vizkozita pro stř. teplotu

$v = [m^2 s^{-1}]$	5,53E-07
--------------------	----------

$$t_{es} = 50 [^{\circ}\text{C}]$$

10	25	50	80
15	32	60	90
20	40	70	

Výpočtová tabulka

Z výpočtového schématu					Výpočtové hodnoty							Prvky okruhu řazené nejedli hydraulické
číslo	Množství tepla	Průtok	Délka úseku	Doporučené	Výpočtové	Měrná ztráta	Rychlost	Místní odpory + armatury $\sum \xi$	Z	R.I	Celkové ztráty R.I+Z	
č.	Q kW	m kg/h	l m	DN mm	DN mm	R Pa/m	w m/s ²	-	Pa	Pa	Pa	
Tlaková ztráta předřazených okruhů $p_{pre} = 2066$ [Pa]								Celkové ztráty $p_{max} = 774$ [Pa]				
Měrné tření $R_{pdt} = p_{celk} / 1,5 \cdot \sum l = 142,1361$ [Pa . m ⁻¹]								Celkový tlak na okruh $p = p_{cel} - p_{pre} = 4500,6884$ [Pa]				
Číslo větve č.	1.2							Okruh :		VYHOVUJE		
Celková délka h. okruhu $\sum l =$	30,8	[m]						Rozdíl [Pa]	3727			
29P	0,56	48,15	4,2	8,2	15	5,95	0,08	31,00	88,39	25,00	113,38	x
29Z	0,56	48,15	3,8	8,2	15	5,95	0,08	22,00	62,73	22,62	85,34	x
30P	0,674	57,96	0,6	8,7	12	35,57	0,14	18,50	186,54	21,34	207,89	
30Z	0,674	57,96	0,3	8,7	12	35,57	0,14	12,50	126,04	10,67	136,71	
31P	1,234	106,11	2,6	11,0	20	9,02	0,09	25,50	111,70	23,44	135,14	x
31Z	1,234	106,11	2,6	11,0	20	9,02	0,09	25,50	111,70	23,44	135,14	x
32P	0,851	73,18	1,2	9,5	12	53,04	0,18	17,50	281,31	63,65	344,96	
32Z	0,851	73,18	0,8	9,5	12	53,04	0,18	15,50	249,16	42,43	291,59	
33P	2,085	179,29	8,8	13,3	25	7,73	0,10	16,50	84,52	68,07	152,58	x
33Z	2,085	179,29	8,8	13,3	25	7,73	0,10	16,50	84,52	68,07	152,58	x

Celková instalační délka: **33,7** [m]

Celkový instalovaný výkon.	2,085	[kW]
----------------------------	-------	--------

Celkový průtok:	179,29	[kg/h]
-----------------	--------	----------

Instalovaný tlak oběhového čerpadla: 6500 [Pa]

Tlaková ztráta na předřazených okruzích:

Tlaková ztráta na paraelním okruhu:	3162 [Pa]
-------------------------------------	-------------

Objem soustavy				
Větev	Instalační I	Instalační V		
	(l)	(m ³)		
2.1	65,9	0,27715		
2.2	38,2	0,13220		
0.2	6,8	0,05466		
1.1	53,9	0,20135		
1.2	33,7	0,12009		
0.1	19	0,23864		
OT		0,13962		
KTČ (instal)		0,01300		
K (instal)		0,01450		
AN (instal)		0,30000		
Ostatní instal.		0,02300		
Oběhový objem		1214	(l)	1,21421 (m ³)
Akumulační objem		300	(l)	0,30000 (m ³)
Celkový objem		1514	(l)	1,51421 (m ³)

KTČ - instalační objem propojovacího rozvodu tepelného čerpadla

K - instalační objem propojovacího rozvodu plynového kotle

AN - činný objem akumulační nádrže

Procentický podíl: oběhový objem ú akumulační objem: 19,8 %